



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
IFCE *CAMPUS* FORTALEZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA – PGECM

ANTONIO DE LISBOA COUTINHO JÚNIOR

METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO REMOTO DE ACÚSTICA COM APOIO
DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

FORTALEZA

2021

ANTONIO DE LISBOA COUTINHO JÚNIOR

**METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO REMOTO DE ACÚSTICA COM APOIO
DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales.
Coorientador: Prof. Dr. Múcio Costa Campos Filho.

Área de concentração: Ensino de Física.

FORTALEZA

2021

ANTONIO DE LISBOA COUTINHO JUNIOR

**METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO REMOTO DE ACÚSTICA COM APOIO
DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales.
Coorientador: Prof. Dr. Múcio Costa Campos Filho.

Área de concentração: Ensino de Física.

Aprovado: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - IFCE - Campus Fortaleza, IFCE

Prof. Dr. Múcio Costa Campos Filho

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - IFCE - Campus Fortaleza, IFCE

Prof. Dr. Nelson Studart Filho

UFSCAR – Universidade Federal de São Carlos

Prof. Dr. Igor de Moraes Paim

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - IFCE - Campus Maranguape, IFCE



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE CIÊNCIA MATEMÁTICA (PGECM)

Aos 5 dias do mês de março do ano de 2021, às 15h30 no através de videoconferência pelo link: <https://meet.google.com/oek-cxzo-gif>, realizou-se a Defesa de dissertação, intitulada "**METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO REMOTO DE ACÚSTICA COM APOIO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA**", de autoria do candidato **ANTONIO DE LISBOA COUTINHO JUNIOR**, aluno do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PGCEM/IFCE, em nível de Mestrado. A Comissão Examinadora esteve constituída pelos professores: **Prof(a). Dr(a). Gilvandenys Leite Sales**, Presidente (orientador) – IFCE, **Prof(a). Dr(a). Múcio Costa Campos Filho** (coorientador) – IFCE, **Prof(a). Dr(a). Nelson Studart Filho** – UFSCar e **Prof(a). Dr(a). Igor de Moraes Paim** – IFCE. Concluídos os trabalhos de apresentação e arguição, o candidato foi **APROVADO** pela Comissão Examinadora. Foi concedido um prazo de **90(noventa) dias**, para o candidato efetuar as correções sugeridas pela Comissão Examinadora e apresentar o trabalho em sua redação definitiva, sob pena de não expedição do Diploma. E, para constar, foi lavrada a presente ata, que vai assinada pelos membros da Comissão.

BANCA EXAMINADORA:

Prof(a). Dr(a). Gilvandenys Leite Sales, Presidente (Orientador) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof(a). Dr(a). Múcio Costa Campos Filho (Coorientador) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof(a). Dr(a). Nelson Studart Filho – Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Prof(a). Dr(a). Igor de Moraes Paim – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: "METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO REMOTO DE ACÚSTICA COM APOIO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA"

LOCAL: <https://meet.google.com/oek-cxzo-gif>

HORA DE INÍCIO: **15h30**

Em sessão pública, após exposição de cerca de **150 minutos**, a candidata foi arguida oralmente pelos membros da banca tendo como resultado:

() APROVADO, devendo o candidato entregar a versão final no prazo máximo de 90 dias.

(X) APROVADO com louvor.

() APROVAÇÃO CONDICIONAL, devendo o candidato satisfazer, no prazo máximo de 90 dias, às exigências listadas na Folha de Modificações de Dissertação de Mestrado anexa à presente ata.

() REPROVADO.

Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é abaixo assinada pelos membros da banca, na ordem acima determinada, e pelo candidato.

05/03/2021

SEI/IFCE - 2441489 - Ata de Reunião

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dr(a). Gilvandenys Leite Sales, Presidente (Orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Prof(a). Dr(a). Múcio Costa Campos Filho (Coorientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Nelson Studart
Prof(a). Dr(a). Nelson Studart Filho
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Prof(a). Dr(a). Igor de Moraes Paim
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

Candidato: **ANTONIO DE LISBOA COUTINHO JUNIOR**

Documento assinado eletronicamente por **Igor de Moraes Paim**, Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico, em 05/03/2021, às 18:03, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gilvandenys Leite Sales**, Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico, em 05/03/2021, às 18:04, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Mucio Costa Campos Filho**, Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico, em 05/03/2021, às 18:04, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Antonio de Lisboa Coutinho Junior**, Usuário Externo, em 05/03/2021, às 18:08, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade do documento pode ser conferida no site https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **2441489** e o código CRC **5B731233**.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- C871m Coutinho Júnior, Antonio de Lisboa.
Metodologias Ativas no Ensino Remoto de Acústica com apoio de uma Sequência Didática /
Antonio de Lisboa Coutinho Júnior. - 2021.
272 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática,
Campus Fortaleza, 2021.
Orientação: Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales.
Coorientação: Prof. Dr. Múcio Costa Campos Filho.
1. Ensino de Física. 2. Aprendizagem Baseada em Projetos. 3. Sequência Didática 6C. 4. Teoria da
Aprendizagem Significativa. 5. Ensino Remoto Emergencial. I. Título.

CDD 510.07

DEDICATÓRIA

Dedico às valiosas senhoras do antes e do agora, formadoras do meu caráter, do meu modo de ser e agir, da minha empatia pelo outro e da forma como vejo o mundo e retiro meus saberes. Dedico às muitas mães que já tive e que ainda tenho. E mais, dedico todo o trabalho construído, todas as horas e noites em claro, a transposição de obstáculos, aos inúmeros momentos de incertezas, as críticas, aos vários e vários instantes de luz a essa mulher extraordinária. Dedico a você por aquele breve sorriso e as poucas palavras ditas. Dedico àquela mulher que esteve o tempo todo e todo tempo ao meu lado, com a sua paciência, seu senso crítico, sua sagacidade e carinho. Dedico a você por um sonho realizado em conjunto, pelo caminho percorrido de mãos dadas, por sempre acreditar, pelo olhar, por vezes, cansado e tolerante, por vezes firme e norteador. Dedico a você por ser essa pessoa única e firme, companheiro e confidente... Enilda.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao grande e sempre irrequieto educador Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales, por acreditar no projeto, pelas críticas e conselhos, pelas provocações científicas, pelos desafios educativos, por propiciar a esse aprendiz um novo e emocionante despertar. Ainda tenho muito que aprender com o senhor.

Agradeço aos membros da banca, professor Prof. Dr. Múcio Costa Campos Filho, meu coorientador, aos professores Dr. Nelson Studart Filho e Dr. Igor de Moraes Paim, pelas inquisições e sugestões feitas. Aos senhores, minha eterna admiração.

Agradeço a professora Mafalda Mensurado por todas as oportunidades ofertadas para um jovem e iniciante professor. Sempre lembrarei seus ensinamentos.

Agradeço ao professor Valmir Gomes por compreender minhas limitações e fortalecer minhas habilidades. Sempre terei uma profunda gratidão.

Agradeço a professora Mônica Medeiros por enxergar além dos meus olhos e apontar os vários caminhos profissionais e educacionais a serem trilhados. Por sua magnética força de vontade e luz interior, pelo apoio nos momentos mais conturbados. Meu muito obrigado.

Agradeço ao Pai Maior de todos os corações humanos, pela família que me é permitida ter, por essa simples vida que tremula nesse mundo, pela vontade de viver. Agradeço ao Senhor.

“Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo para todo o propósito debaixo do céu.
Há tempo de nascer, e tempo de morrer; tempo de plantar, e tempo de arrancar o que se
plantou;
Tempo de matar, e tempo de curar; tempo de derrubar, e tempo de edificar;
Tempo de chorar, e tempo de rir; tempo de prantear, e tempo de dançar;
Tempo de espalhar pedras, e tempo de ajuntar pedras; tempo de abraçar, e tempo de afastar-se
de abraçar;
Tempo de buscar, e tempo de perder; tempo de guardar, e tempo de lançar fora;
Tempo de rasgar, e tempo de coser; tempo de estar calado, e tempo de falar;
Tempo de amar, e tempo de aborrecer; tempo de guerra, e tempo de paz.”

Eclesiastes 3:1-8.

RESUMO

O contemporâneo ensino de Física, inserido no contexto de uma sociedade da informação, demanda um particular olhar pedagógico sobre professores, alunos e pesquisadores, para tanto é necessária a organização de estratégias que reflitam de forma coerente, procedimental e factível o processo de ensino. Neste contexto uma problemática surge: a carência de abordagens didáticas que contemplem o conteúdo de Ondulatória, em especial o estudo de Acústica, e oportunize melhora significativa no processo didático. A presente pesquisa possui, portanto, como objetivo: investigar por meio da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABProj), tais conceitos de Física, assistida, por conseguinte, pela Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). Portanto, pretende-se: aplicar uma sequência didática, definida como sendo Seis C (Consolidação, Conscientização, Constatação, Comparação, Convergência e Confirmação), amparada por uma abordagem de Ensino Remoto Emergencial (ERE), conduzida através de um Ambiente Virtual de Aprendizagem e encontros/reuniões virtuais (webconferências) e avaliar a influência do uso de uma Metodologia Ativa (ABProj), onde, tanto o educando, quanto o educador, possuem ambos, papéis diferenciados no comportamento educativo; bem como, verificar a evolução de aprendizagem dos conteúdos acústicos abordados, por meio de questionários on-line vinculados a videoaulas, coleta e análise de dados em aparatos experimentais confeccionados pelos educandos, uso de simulador virtual e manuseio de aplicativo (APP) laboratorial/científico instalado em dispositivo móvel. No âmbito da metodologia de pesquisa, enquadra-se a investigação com escopo de natureza: aplicada, tendo forma e abordagem quantitativa, possuindo como objetivos: um modelo descritivo e atribuindo como procedimento técnico um Estudo de Caso. Para análise dos dados, dois grupos de alunos pertencentes a um curso técnico, Grupo para Validação Final - GVF e Grupo Focal para Refinamento - GFR, receberam tratamentos diferenciados e os resultados serão mensurados e comparados por meio de um viés estatístico: Ganho de Hake e Teste de Shapiro-Wilk. Espera-se através do trabalho proposto instrumentalizar o(a) professor(a) de Física com argumentos teóricos e soluções laboratoriais que permitam: personalizar sua prática, validar um sequenciamento didático, reavaliar a postura de ensino, remodelar o estilo/modelo avaliativo, bem como fomentar o protagonismo dos estudantes.

Palavras-chave: Ensino de Física. Aprendizagem Baseada em Projetos. Sequência Didática 6C. Teoria da Aprendizagem Significativa. Ensino Remoto Emergencial.

ABSTRACT

Contemporary Physics teaching, in the context of an information society, demands a particular pedagogical observation at teachers, students, and researchers. Therefore, it becomes necessary to organize strategies that reflect the teaching and learning process in a coherent, procedural, and feasible manner. In this context, a problem arises: the lack of didactic approaches that contemplates Undulatory content, specifically the study of Acoustics, and that allows for a significant improvement in the educational process. The present research aims to investigate such Physics concepts through Project-Based Learning (ABProj – “Aprendizagem Baseada em Projetos”), assisted by the Theory of Meaningful Learning (TAS – “Teoria de Aprendizagem Significativa”). Thus, it is intended to apply a didactic sequence, defined as Six C (Consolidation, Consciousness, Constatation, Comparison, Convergence, and Confirmation), supported by a Remote Learning Emergency (ERE – “Ensino Remoto Emergencial”) approach, conducted through a Virtual Learning Environment and virtual meetings (web conferences). Furthermore, we will evaluate the influence of the use of an Active Methodology (ABProj), in which both student and educator have different roles in the educational behavior, as well as assess the evolution of the acoustic contents covered, through online questionnaires embedded into video lessons, data gathering and analysis using experimental apparatus created by the learners, virtual simulation usage, and a laboratorial/scientific application (APP) installed in a mobile device. Within the scope of the research methodology, this research fits within applied nature, having a quantitative form and approach, a descriptive model as its main objective and a Case Study as a technical procedure. Regarding data analysis, two student groups members of a technical program, final validation group (GVF – “Grupo para Validação Final”) and focal refinement group (GFR – “Grupo Focal para Refinamento”), received differentiated treatments and the results will be measured and compared using two statistical methods: Hake Gain and Shapiro-Wilk test. It is expected that the proposed work will instrumentalize physics teachers with theoretical arguments and laboratory apparatus that allows them to: customize their practice, validate a didactic sequencing, reevaluate their teaching approach, remodel the evaluation model/style, as well as foster the leading role of students.

Keywords: Physics Teaching. Project-Based Learning. 6C Didactic Sequence. Theory of Meaningful Learning. Remote Learning Emergency.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura (<i>Framework</i>) da pesquisa.....	25
Figura 2 - NDR - ZDP - NDP.....	28
Figura 3 - Mapa Conceitual - Teoria Sociocultural de Vigotski.....	29
Figura 4 - Fase de Aprendizagem e Fase de Retenção	31
Figura 5 - Mapa Conceitual da Visão Computacional	33
Figura 6 - Metodologia do 6C	37
Figura 7 - Metodologia Ativa	40
Figura 8 - Esquematização da ABProj	44
Figura 9 - Modalidades de aprendizagem virtual	50
Figura 10 - Ensino: do presencial ao ubíquo	51
Figura 11 – Funcionalidades dos aplicativos.....	64
Figura 12 - Gráfico de Controle	65
Figura 13 - Exportação planilha eletrônica.....	65
Figura 14 - Ondas Eletromagnéticas	68
Figura 15 - Elementos de uma Onda I.....	70
Figura 16 - Elementos de uma Onda II.....	71
Figura 17 - Elementos de uma Onda III	71
Figura 18 - Espectro Eletromagnético	73
Figura 19 - EMISSOR - MEIO - RECEPTOR.....	74
Figura 20 - Altura do som	75
Figura 21 - Intensidade do som	75
Figura 22 - Timbre do som	76
Figura 23 - Harmônicos em um violão	77
Figura 24 - Tubos sonoros.....	78
Figura 25 - Câmara anecóica	79
Figura 26 - Experimento medindo a velocidade do Som	80
Figura 27 - Monorcórdio.....	81
Figura 28 - Caixa amplificadora.....	82
Figura 29 - Vidroflauta	83
Figura 30 - Vidrofone	84
Figura 31 - Ressonância sonora.....	85

Figura 32 - Telefone de corda	86
Figura 33 - Tipos de pesquisa.....	88
Figura 34 – Delineamento da pesquisa (grupos)	91
Figura 35 – Cenário Geral	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Conteúdos mais recorrentes ENEM: Física.....	67
Tabela 2 - Velocidade de propagação do Som	76
Tabela 3 – Índices para Alpha de Crobach.....	108
Tabela 4 – Alpha de Crobach Q-For grupo GFR	109
Tabela 5 – Alpha de Crobach Q-For grupo GVF	111

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características essenciais da ABProj	43
Quadro 2 - Atributos para Aprendizagem Baseada em Projetos	45
Quadro 3 – Infraestrutura para e-Ciência	60
Quadro 4 – Cenário da pesquisa modelado em e-Ciência	61
Quadro 5 – Google Science Journal e Arduino Science Journal	63
Quadro 6 – Funcionalidade: Frequência sonora e Intensidade do som	64
Quadro 7 – Áreas da Física Clássica	66
Quadro 8 - Formalismo de Campbell e Stanley	90
Quadro 9 – Etapas em um projeto de ensino	93
Quadro 10 – Atividades entregues por grupo	102
Quadro 11 – Quantitativo de atividades entregues grupo GFR	103
Quadro 12 – Quantitativo de atividades entregues grupo GVF	104
Quadro 13 – Índice g para Ganho de HAKE	105
Quadro 14 – Ganho de HAKE para GFR	105
Quadro 15 – Ganho de HAKE para GVF	106
Quadro 16 - Etapas em um projeto de ensino	106
Quadro 17 – Alpha de Crobach e KR-20 para GFR	108
Quadro 18 – Alpha de Crobach e KR-20 para GVF	110
Quadro 19 – Teste de Normatização para o GFR	113
Quadro 20 – Teste de Normatização para o GVF	113
Quadro 21 – Testes de Correlação	114
Quadro 22 – Sumário de resultados	116
Quadro 23 – Questões segmentada na escala Linked	117

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Fidedignidade grupo GFR	110
Gráfico 2 - Fidedignidade grupo GVF	112
Gráfico 3 – BoxPlot - Teste U de Mann-Whitney	116
Gráfico 4 – RM (Ranking Médio) para GFR	118
Gráfico 5 – RM (Ranking Médio) para GVF	119

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

6C	Consolidação, Conscientização, Constatação, Comparação, Convergência e Confirmação
ABJ	Aprendizagem Baseada em Jogos
ABInv	Aprendizagem Baseada em Investigação
ABProj	Aprendizagem Baseada em Projetos
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAV	Conselho Nacional de Educação
CNE	Ciclo de Aprendizagem Vivencial
dAVM	Adaptação do V de Gowin para a Modelagem
EH	Ensino Híbrido
EnF	Ensino de Física
FC	Física Clássica
FMC	Física Moderna e Contemporânea
GFR	Grupo Focal para Refinamento
GVF	Grupo Focal para Validação Final
HFC	História e Filosofia da Ciência
MA	Metodologias Ativas
MEC	Ministério da Educação
NdC	Natureza da Ciência.
OA	Objetos de Aprendizagem.
PCMA	Procedimento Cognitivo Metodológico de Apreensão
POE	Predizer, Observar, Explicar
PP	Pedagógica de Projetos
PUD	Plano de Unidade Didática
SDS	Escola Diferencial Semântica
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
TASi	Teoria da Aprendizagem Sociointeracionista
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
UEPS	Unidades de Ensino Potencialmente Significativas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	20
1.1 Problematização.....	22
1.2 Justificativa	22
1.3 Objetivo geral.....	23
1.4 Objetivos específicos.....	23
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	25
2.1 Estrutura (framework) da pesquisa.....	25
2.2 Teoria da Aprendizagem Sociointeracionista	26
2.3 Teoria da Aprendizagem Significativa	30
2.4 Aprendizagem Significativa – Visão Computacional.....	32
2.5 Ensino de Física	34
2.6 Sequência didática	36
2.7 Metodologias ativas	39
2.7.1 Aprendizagem Baseada em Projetos	41
2.8 Ensino Remoto Emergencial (ERE).....	47
3 TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO	54
3.1 BYOD.....	55
3.2 STEM.....	56
3.3 Cultura Maker	57
3.4 E-Science	59
3.5 Simulador PhET	61
3.6 Google Science Journal e Arduino Science Journal	62
4 A ÁREA DE ESTUDO NA FÍSICA.....	66
4.1 Ondulatória	68
4.2 Acústica	73
4.3 Os instrumentos de onda e acústica	78
4.3.1 Câmara anecóica.....	79
4.3.2 Tubos sonoros.....	80
4.3.3 Monorcórdio	81
4.3.4 Caixa amplificadora	82
4.3.5 Vidroflauta.....	83
4.3.6 Vidrofone	84
4.3.7 Ressonância sonora	85

4.3.8 Telefone de corda	86
5 METODOLOGIA.....	88
5.1 Metodologia de pesquisa	88
5.2 Metodologia de ensino	92
5.2.1 Roteiro do projeto.....	93
5.2.2 Ações no projeto	94
5.2.3 Conteúdo programático.....	95
5.2.4 Projetos experimentais e material didático.....	98
5.2.5 Integração com a sequência didática	99
5.3 Questionários aplicados na pesquisa e análise dos resultados.....	101
5.3.1 Quantidade de trabalhos entregues (formulários e relatórios)	101
5.3.2 Questionários de Pré-testes (Q-Pré) e Pós-testes (Q-Pós)	104
5.3.3 Questionários Formativos (Q-For)	107
5.3.4 Questionário de Satisfação e/ou Avaliação (Q-Sat)	117
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	120
7 REFERÊNCIAS	123
APÊNDICE A – Mapa Conceitual da Dissertação.....	135
APÊNDICE B - 1 – Câmara anecóica.	136
APÊNDICE B - 2 – Tubos sonoros.	141
APÊNDICE B - 3 – Monorcórdio.....	144
APÊNDICE B - 4 – Caixa amplificada.	149
APÊNDICE B - 5 – Vidroflauta.....	153
APÊNDICE B - 6 – Vitrofone.....	158
APÊNDICE B - 7 – Ressonância sonora.....	163
APÊNDICE B - 8 – Teledone de corda.....	167
APÊNDICE C - 1 – Matriz de Planejamento e Design Instrucional (Matriz PDI).	172
APÊNDICE C - 2 – Contrato Didático (CD) ou Acordo Didático (AD).	212
APÊNDICE C - 3 – Questões Pré-Teste e Pós-Teste.....	214
APÊNDICE C - 4 – Questionário de Satisfação.	220
APÊNDICE C - 5 – Questionário TDIC e Maker.....	226
APÊNDICE D – Guia de instalação e configuração do aplicativo Arduino Science Journal	229
APÊNDICE E - 1 – Ficha de registro: Câmara anecóica	235
APÊNDICE E - 2 – Ficha de registro: Tubos sonoros.	236
APÊNDICE E - 3 – Ficha de registro: Monorcórdio.....	237

APÊNDICE E - 4 – Ficha de registro: Caixa amplificada.	238
APÊNDICE E - 5 – Ficha de registro: Vidroflauta.	239
APÊNDICE E - 6 – Ficha de registro: Vidrofone.	240
APÊNDICE E - 7 – Ficha de registro: Ressonância sonora.	241
APÊNDICE E - 8 – Ficha de registro: Telefone de corda.	243
APÊNDICE F - 1 – Nota de cálculo I – Porcentagem.....	244
APÊNDICE F - 2 – Nota de cálculo II – Médias	245
APÊNDICE F - 3 – Nota de cálculo III – Gráfico ou Carta de Controle	249
APÊNDICE F - 4 – Nota de cálculo IV – Formulações na Acústica	251
APÊNDICE G - 1 – Linguagem R: importação e tratamento dos dados.	253
APÊNDICE G - 2 – Linguagem R: Anderson-Darling (AD).....	256
APÊNDICE G - 3 – Linguagem R: Teste Lilliefors (LIL).....	257
APÊNDICE G - 4 – Linguagem R: Teste Shapiro-Francia (JF).....	258
APÊNDICE G - 5 – Linguagem R: Teste Cramer-von Mises (CM).....	259
APÊNDICE G - 6 – Linguagem R: Teste Shapiro-Wilk (SW).	260
APÊNDICE G - 7 – Linguagem R: formatando dos dados no script R.	261
APÊNDICE G - 8 – Linguagem R: Teste Correlação de Spearman.	262
APÊNDICE G - 9 – Linguagem R: Teste Correlação de Kendall.....	263
APÊNDICE G - 10 – Linguagem R: Teste de Mann-Whitney.	264
ANEXO A – Parecer Consubstanciado do CEP.....	266
ANEXO B – Programa de Unidade Didática – PUD	269

1 INTRODUÇÃO

Investir na utilização de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no ensino é fundamental para a inclusão do educando como cidadão em uma sociedade. Tendo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) como referencial, é necessário invocar uma de suas diretrizes norteadoras para amparar o desenvolvimento e a aplicação em todos os segmentos de iniciativas que fortaleçam a educação. Para tanto, o texto aponta a seguinte competência: “[...] utilizar e criar tecnologias digitais [...] de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para [...] acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos [e] resolver problemas [...]”, Brasil (2016, p.9).

Dessa forma, nas últimas décadas, observa-se a introdução de abordagens inovativas em diversos níveis da educação, desde a crescente disseminação de informações científicas ao compartilhamento de trabalhos colaborativos entre os diversos segmentos da sociedade. Contudo, em meio à chamada “sociedade informatizada”, semântica que pode ser alternada por “sociedade da informação”, observam-se tentativas de determinados profissionais se reinventando, aglutinando ao seu *modus operandi* novas ou antigas releituras de práticas educacionais.

Entre esses profissionais temos os docentes: professores, instrutores, ou ainda, os denominados tutores — no âmbito dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) — e, mais especificadamente, os educadores que ensinam a disciplina de Física, por trabalharem com uma área que requer lógica, matemática e experimentação, sendo o último item o componente menos contemplado na cadeia ou sequência de aprendizagem.

Essa mesma aprendizagem, que faz com que o educando necessite se habituar a analisar e organizar dados e, posteriormente, transformá-los em capital de conhecimento, assimilando soluções científicas e tecnológicas para, *a posteriori*, manusear e operacionalizar, ao menos de formar satisfatória, ideias e conceitos. Em particular, a Física, de maneira *sui generis*, ensina-nos exatamente como proceder nessas situações, pois segundo Chaves e Shellard (2005, p. 15): “A Física é parte fundamental da base científica na qual se apoia a tecnologia contemporânea. As invenções derivadas das descobertas de fenômenos físicos tiveram um impacto tão abrangente [...] no desenvolvimento tecnológico que, [...] perde-se a visão das interconexões.”

Entretanto, em determinadas ocasiões, estamos distantes das metodologias, práticas, instrumentos e, mais ainda, das ferramentas integradas à *Internet* e suas plataformas de ensino.

Assim, para responder a certas indagações, tais como: por que esse fenômeno ocorre em nossa realidade? Como posso comprovar aquela experiência? Onde podemos demonstrar eventos físicos? Quando devemos utilizar este ou aquele instrumento? Quanto tempo para assimilar informações experimentais? E, tantas outras emergentes de professores, alunos e pesquisadores. Propõe-se na presente pesquisa uma estruturação didático-pedagógica de ensino, apoiada em estudiosos da educação, agregada a uma abordagem resgatada dos anos iniciais do século XX, que incorporou elementos tecnológicos, bem como uma ressignificação dos espaços de aprendizagem, pois, conforme Chaves e Shellard (2005, p. 200) pontuam: “É interessante [que] as pesquisas desenvolvidas na área de tecnologia e ensino de Física precisam ser [...] operacionalizadas no desenvolvimento de estratégias que as implementem efetivamente na sala de aula. Esse é um outro desafio a ser superado.

Do mesmo modo, os autores assinalam a importância da motivação e da (re)implementação dos espaços laboratoriais e/ou de experimentação na busca por uma nova postura educacional e científica, sugerindo ainda que: “A cultura da invenção e da experimentação deve ser estimulada desde cedo na formação dos estudantes. A reimplantação de laboratórios científicos no ensino fundamental é um instrumento relevante na indução dessa cultura” (CHAVES; SHELLARD, 2005, p. 149).

A proposta aqui esboçada toma no texto dos autores a inspiração e a referência necessária para desenvolver, implementar e aplicar a iniciativa sugerida.

Importante, no contexto da pesquisa, pontuar o momento histórico em que a mesma ocorreu. Globalmente os países encontram-se passando por uma conjuntura pandêmica, decorrente da COVID-19, enfermidade causada pelo vírus Coronavírus (variante: Sars-Cov-2). Desta forma os governantes determinaram medidas de isolamento social (toque de recolher, confinamento parcial ou total, *lockdown*, etc.) em sua totalidade a sociedade, bem como rotinas de biossegurança foram exigidas em todas as instituições, órgãos públicos e privados e setores produtivos, culturais, educacionais, etc.. Como resposta ao isolamento de professores e alunos; as escolas, faculdades e universidades adotaram soluções de ensino a distância e/ou remotas, sendo uma dessas modalidades o denominado Ensino Remoto Emergencial (ERE). Assim sendo, a execução, coleta e análise de dados do presente estudo fez-se a luz do acontecimentos/circunstâncias sociais impostas mundialmente, nacionalmente e regionalmente.

1.1 Problematização

A inflexibilidade dos conteúdos curriculares, as abordagens de ensino tradicionais, assim como o reduzido acesso a instrumentos e/ou aparatos científicos que permitam a aquisição de dados e, mais especificadamente, de “dados em aulas de Física” nos espaços laboratoriais, são vistas, de certa forma, *en passant*, deixando praticamente alunos e professores somente (de)limitados ao quadro branco, listas de exercícios, livro didático e, ocasionalmente, ao uso de algum recurso midiático ou tecnológico, tornando o ambiente escolar desestimulante e sem significação. Conforme encontramos em Sales *et al.* (2017), o jovem da contemporaneidade precisa de outros recursos que o impulsionem e estimule sua curiosidade. Para os autores: “O jovem na atualidade não pode mais estar numa sala de aula com um professor de Física [...], mas do profissional que faça uso de metodologias ativas e das tecnologias digitais, como outros recursos didáticos, para [...] motivação de sua aula [...]” (SALES *et al.*, 2017, p. 48).

Todavia, no âmbito do ensino, o desenvolvimento de projetos ou, até mesmo, as iniciativas de trabalhos que envolvam áreas tecnológicas (programação, eletrônica, robótica, etc.) ou a construção de instrumentos para obtenção de dados se restringem a poucos profissionais com conhecimentos específicos nas áreas pontuadas. Assim, torna-se pertinente a organização de um percurso metodológico de ensino que contemple a construção individual e coletiva de saberes, como também a criação e a construção, de forma criativa, de soluções para o aprendizado em Física, desenvolvendo competências e habilidades essenciais aos indivíduos (professores e alunos) subordinados ao processo de formação do conhecimento.

1.2 Justificativa

Tendo como ponto inicial a premissa *desenvolvimento de um itinerário metodológico para o ensino de conceitos físicos*, intenciona-se com o projeto propor ou compor um coletivo, pedagogicamente sustentável, de ações que corroborem a aprendizagem em física, assim como constituir um conjunto de recursos didático-computacionais de baixo custo para atividades práticas e aplicadas, como suporte educacional para escolas e instituições de formação acadêmica.

Assim como caracterizam Sales *et al.* (2017, p. 48): “Os métodos convencionais de ensino não são mais suficientes por si só, é necessário desenvolver novas formas de

aprendizado [...], os quais podem ser viabilizados pela [...] interação [...] [em], ambientes virtuais, redes sociais, dentre outros.”

Dessa forma, haveria uma acentuada liberdade entre alunos e professores no fazer ciências, no aprender ciências e no divulgar ciências, apropriando-se de vivências e experimentações realizadas, relacionando, posteriormente, os “dados” aos seus cotidianos.

1.3 Objetivo geral

Proporcionar a professores e alunos um “combinado de ferramentas”, i.e., uma *toolkits* didática integrada a uma plataforma tecnológica para o tratamento de informações em Física experimental, para facilitar a condução do aprendizado de conceitos nas áreas curriculares. Para tanto, concebeu-se como objetivo geral investigar, através da abordagem Aprendizagem Baseada em Projetos (ABProj), o ensino dos conceitos de Acústica, com aporte teórico da Aprendizagem Significativa.

1.4 Objetivos específicos

No presente projeto foram elaborados os seguintes objetivos específicos, como forma de cumprir com o objetivo geral, endossando o trabalho e creditando substancial material para análises e estudos:

- aplicar uma sequência didática que integre o Ensino Remoto Emergencial e a Aprendizagem Significativa;
- avaliar a influência do uso de Metodologias Ativas no ensino de Física, por meio de testes conceituais e questionários;
- verificar, por meio da coleta de dados em aparato experimental, a evolução dos conceitos dos alunos sobre Acústica.

Ao final da pesquisa se intenciona que tanto o objetivo geral quanto os específicos estejam cumpridos e que a abordagem escolhida se converta em uma experiência exitosa e igualmente factível, bem como replicável para educadores e pesquisadores.

Dessa forma, o estudo foi dividido nas seguintes unidades ou capítulos:

No primeiro capítulo, a problematização, a justificativa, o objetivo geral e os objetivos específicos da pesquisa são apresentados.

No segundo são abordados os fundamentos teóricos que substanciam os argumentos propostos, trazendo uma visão geral sobre Teoria da Aprendizagem Sociointeracionista, da Teoria da Aprendizagem Significativa, e sua relação com o ensino de Física, o Ensino Remoto Emergencial e um modelo de Metodologia Ativa, bem como a proposta de uma sequência didática de ensino.

No terceiro capítulo, as ferramentas tecnológicas tanto de *hardware* quanto de *software* que corroboram para o ensino em projetos, são indicadas, sendo realizado um resumo da estrutura de ambos. No mesmo são apresentadas práticas contemporâneas que podem ser agregadas ao ensino de Física, tais como a *Cultura Maker*, *E-Science* e o enfoque *STEM*.

No quarto capítulo são apresentados os fundamentos da Física clássica que contemplam os conceitos de Ondulatória e Acústica, bem como os aparatos, i.e., os instrumentos sonoros propostos para serem desenvolvidos durante o estudo.

O quinto capítulo aborda os encaminhamentos metodológicos de pesquisa e ensino adotados (roteiro do projeto e ações do projeto), bem como os delineamentos práticos, as ações executadas e a integração das abordagens expostas na Fundamentação Teórica. A análise estatística dos dados coletados em questionários virtuais é contemplada também nesse capítulo, contendo um conjunto de testes estatísticos de validação e revalidação através de uma ferramenta de estudo matemático/estatístico.

E, por fim, as considerações finais, as reflexões obtidas no estudo e algumas proposições para trabalhos futuros.

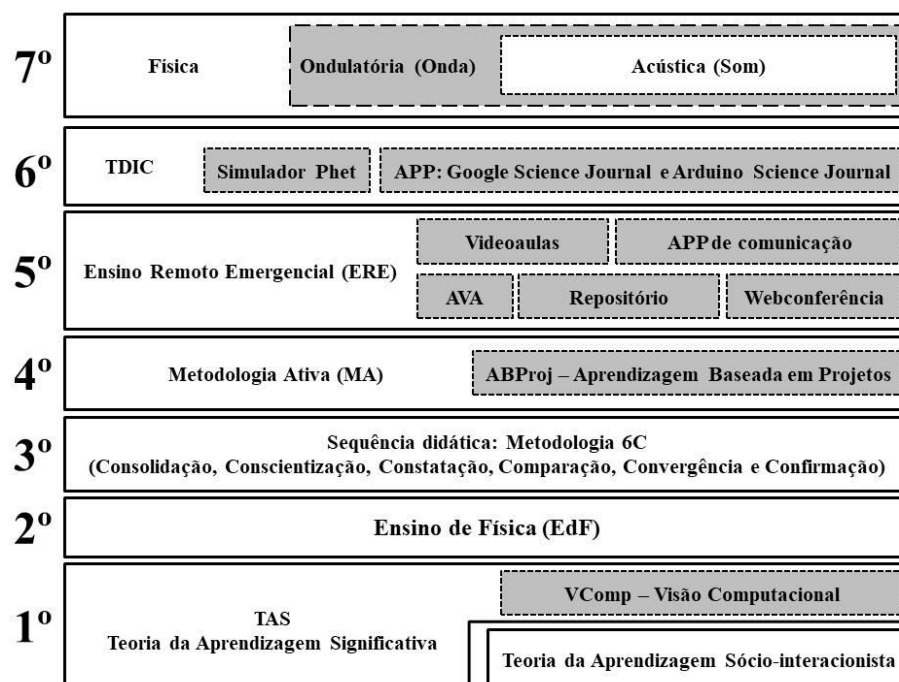
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo irá perpassar pelas abordagens, metodologias, pensadores, estudiosos e estratégias que juntas constituem a base teórica da pesquisa. Deseja-se que ao final estejam bem demarcadas as vertentes de ensino preteridas, as influências que reforçaram as escolhas metodológicas, bem como as contribuições e tendências que o estudo deve abordar. Vale destacar a importância de selecionar, organizar e integrar ideias de forma que possam contribuir, partilhar e construir de maneira factual um caminho, ou ainda, no mínimo, apresentar um delineamento coerente, o que é relevante para a consolidação do projeto. Para tanto, um Mapa Conceitual foi desenvolvido inicialmente (APÊNDICE A).

2.1 Estrutura (*framework*) da pesquisa

Mediante a estrutura (*framework*) (FIGURA 1), indicam-se algumas particularidades de cada segmento, apresentando seus respectivos componentes e fragmentos. A ilustração também possui a função de apresentar a hierarquização de cada elemento de baixo para cima (*bottom-up*).

Figura 1 - Estrutura (*Framework*) da pesquisa



Fonte: Elaboração própria.

A modelagem estrutural (*framework*) apresentada é alicerçada (1º nível) por dois teóricos da educação: David Ausubel, responsável pela Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), e Lev Vigotski¹, com a sua Teoria da Aprendizagem Sociointeracionista (TASi). Agregado à TAS, tem-se o estudo ressaltado pelo professor Dr. Marcos Antônio Moreira, físico brasileiro, que traz a terminologia Visão Computacional em uma perspectiva da TAS.

Acima da base teórica (2º nível) se insere um novo componente, o ensino de Física, do também professor Dr. Maurício Pietrocola, e a importância do saber científico na educação.

Assim, os dois primeiros segmentos proporcionam o suporte necessário para a sequência didática (3º nível) desenvolvida pelo professor Dr. Gilvandenys Leite Sales, físico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

No segmento correspondente à Metodologia Ativa (4º nível) se encontra a ABProj, representada em nossa atualidade pelo pesquisador estadunidense e professor PhD. William N. Bender, bem como as contribuições do instituto Buck Institute for Education, esses apoiados pelos renomados pesquisadores John Dewey e William Heard Kilpatrick.

Na próxima divisão (5º nível), o Ensino Remoto Emergencial é representado por um modelo de ensino virtual (totalmente *on-line*), adotado pela instituição na qual foi realizada a pesquisa. Modelo esse amparado em decretos, portarias e pareceres de órgãos federativos brasileiros, tendo como suporte a plataforma *on-line* de aprendizagem *Google Classroom*.

No penúltimo plano (6º nível) referente às Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), tem-se um simulado livre do *site PhET* e os aplicativos para coleta e aquisição de dados experimentais: *Google Science Journal* e *Arduino Science Journal*.

Concluindo o *framework*, encontra-se o conteúdo propriamente dito de Física, representado pela Ondulatória, que é especificamente a área que estuda o som, denominada Acústica.

Nos demais subitens da dissertação serão pontuados cada bloco aqui indicado e sua relação com pesquisa proposta.

2.2 Teoria da Aprendizagem Sociointeracionista

A incorporação, a cada nova geração escolar, de ideias histórico e socioculturais no ensino das Ciências Naturais se apresenta como algo essencialmente necessário. Visto assim, alguns princípios de Lev Vigotski convergem conceitualmente para o particular ensino de Física. Portanto, quando Gehllen *et al.* (2012, p. 78) afirmam que “A abordagem histórico-

¹ É adotado no estudo o nome Vigotski, como sugerido por Duarte (2006).

cultural cada vez mais se faz presente como aporte teórico de trabalhos voltados para o ensino de Ciências explorando, especialmente, o pensamento de Lev S. Vygotsky”, é possível então estabelecer uma relação com três conceitos pertencentes à teorização, que dialogam de forma bem simpática.

O primeiro deles é o conceito de internalização, quando o aluno incorpora ideias do seu meio para dentro de “si”, tendo, assim, um inicial impacto cultural. Ao internalizar toda a cultura (científica, histórica, filosófica, social, artística, etc.) apresentada, assim como as ferramentas e o conhecimento acumulados que o homem traz, ocorre uma metamorfose do seu “ser” interior, tanto em âmbito individual quanto social. Deseja-se, portanto, que no transcorrer dos anos de estudo ocorra uma transformação contínua e crescente na sua cultura científica.

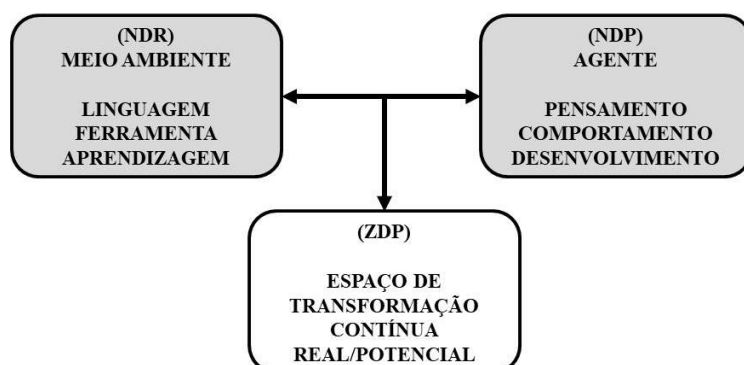
O segundo conceito é a mediação, realizada pelo trabalho do professor. O docente é o mediador desse conhecimento, é o agente (na visão do estudioso russo) que traz ou exhibe a bagagem preliminar de conhecimento, das ferramentas e das formulações abstratas e matemáticas. Seu papel é propiciar um “movimento de trabalho” para que o estudante venha a ter interesse pelo seu aprendizado. Importante assinalar que, a partir da leitura das obras *vigotsianas*, o conceito de mediador passa a ser, também, toda e qualquer ferramenta, objeto cultural, obra de arte, mapa, revista, e, por que não, os aparatos laboratoriais utilizados para o ensino de Física. Um último mediador é a questão da atividade pedagógica, pois não há algo de maior importância que uma aula bem planejada, que motive o aluno ou o grupo a executá-la com entusiasmo.

O terceiro conceito, o mais conhecido dentre todos da educação, é a ZDP (Zona de Desenvolvimento Proximal) ou ZDI (Zona de Desenvolvimento Imediato), como define Gaspar (2014, p. 185):

Ao contrário da teoria dos estágios cognitivos [de Piaget] [...] a ZDI não trabalha com limites tão nítidos: não há indicações de faixas etárias ou níveis de complexidade de conteúdos. Isso ocorre pela própria natureza do conceito: esses limites, além de serem individuais – cada aluno tem a sua ZDI –, dependem também do conteúdo a ser apresentado.

A ZDP permite o apoio necessário para mapear a evolução do aprendizado daquele aluno e nortear quanto ao seu nível de internalização. Para tanto, convencionou-se enquadrar a ZDP entre a ZDR (Zona de Desenvolvimento Real) ou NDR (Nível de Desenvolvimento Real) e a ZDP (Zona de Desenvolvimento Potencial) ou NDP (Nível de Desenvolvimento Potencial) (FIGURA 2).

Figura 2 - NDR - ZDP - NDP



Fonte: Elaboração própria.

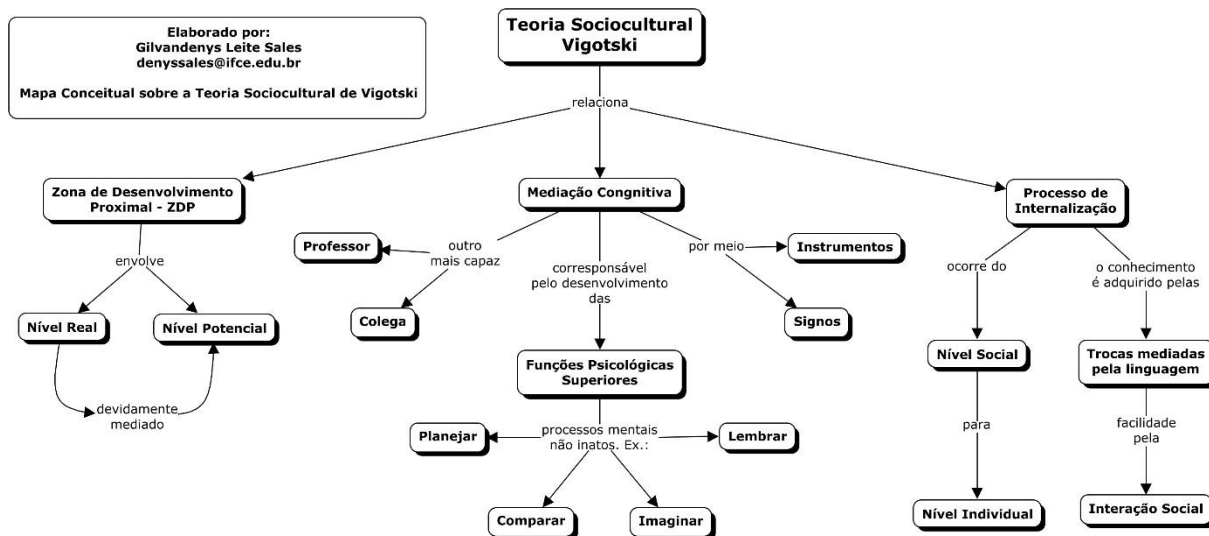
Encontramos em Barbosa e Batista (2018, p. 52) que a ZDP ou ZDI constitui “[...] o estágio de desenvolvimento psicológico associado à aprendizagem e que é identificado por meio da expressão da capacidade potencial da criança em realizar uma tarefa e/ou resolver determinado problema com o auxílio de alguém” Observando a importância da ZDP no planejamento dos conteúdos de Física o educador poderá organizar seu planejamento de tal forma que aqueles educandos possam desenvolver o seu potencial de aprendizado, passando, portanto, da NDR para NDP.

Contudo, não há um método *vigotskiano* propriamente delineado, todavia, existe uma forma de olhar o fenômeno de estudo, sua origem e sua evolução, além da sua simples descrição ou do seu estado inerte. É possível agregar valores históricos, culturais e sociais, ressaltando o papel da cultura no processo de cognição. Apropriando e enfatizando o papel do professor no desenvolvimento do estudante, bem como aplicando a mediação, como experiência social que requeira a participação e colaboração. Os autores Rosa e Rosa (2004, p. 1) esclarecem ainda que:

Ver o ensino da física na perspectiva interacionista da teoria de Vigotsky, propiciando uma ênfase no seu aspecto social, e com isso, possibilitar uma aproximação entre os conceitos espontâneos (adquiridos no dia-a-dia) e os de natureza científica (adquiridos em ambiente escolar) é o desafio principal em [qualquer] discussão [...].

Sumarizado em formato de Mapa Conceitual, Sales (2012) aponta os três conceitos apresentados e ramifica em subitens codependentes (FIGURA 3):

Figura 3 - Mapa Conceitual - Teoria Sociocultural de Vigotski



Fonte: Sales (2012). Adaptada pelo autor.

Na hierarquização do mapa se podem destacar, ainda, componentes pertencentes à Taxonomia de Bloom, como são apresentados em Ferraz e Belhot (2010) no percurso indicado pelas Funções Psicológicas Superiores: planejar, comparar, imaginar e lembrar, dando referência às categorias de Bloom: conhecer, compreender, aplicar, analisar, sintetizar e avaliar.

Portanto, a visão interacionista advinda de Vigotski permite o surgimento de alternativas que fortaleçam os processos de ensino e aprendizagem, tornando familiar ao estudante elementos que constituem o seu meio social e cultural, seja no seu lar, seja na sua escola. Ademais, Gaspar e Monteiro assinalam o aspecto da colaboração inserido em sua teoria:

A colaboração, [...], poderia ser entendida como interação a dois, aluno-professor. No entanto, parece claro que ao referir-se à “aprendizagem na escola”, Vygotsky não se restringe a essa díade, mas entende e estende essa colaboração a toda sala de aula, e, nesse sentido, parece-nos mais adequado falar em interação social (GASPAR; MONTEIRO, 2005, p. 233).

De modo que Evangelista e Chaves (2019) recomendam Vigotski por: “[...] nos traz uma nova alternativa e atrai os educadores, pois fala da escola e do professor, valorizando a ação pedagógica e a intervenção, isto é, um autor que valoriza o papel do educador na formação do sujeito”.

2.3 Teoria da Aprendizagem Significativa

Na aprendizagem de Física compreender concepções científicas e integrá-las a conceitos ou ideias preexistentes pelo aluno permite se remeter à visão abordada por David Ausubel, através da sua TAS, para tanto, é possível sustentar que o educando consegue compreender determinado conteúdo quando o mesmo expõe por seus próprios meios, como fala, escrita, desenho, formulações, dentre outros, o significado daquilo que foi objeto de estudo, expressando sua interpretação o mais próxima do modelo apresentado.

Para tanto, Ausubel divide a aprendizagem em mecânica e significativa: a primeira representa um “modelo” a partir do qual o conteúdo (demonstrado, ensinado) não apresenta significado, não respeitando os conhecimentos anteriores do aluno, sendo, portando, somente um processo mecânico de repetição. O “saber” é apenas armazenado de forma literal e arbitrária, por certo tempo ou período o aluno consegue reproduzir aquilo que foi “aprendido”, contudo, o aprendido não conterá nenhum significado. O segundo viés consiste na “ancoragem”, isto é, quando novas informações são apresentadas, adquirem significados na estrutura cognitiva do aluno. Importante assinalar que as duas visões não são excludentes, i.e., uma se relaciona com a outra naquilo que se denomina de contínuo.

Entretanto, para que ocorra uma aprendizagem significativa são necessárias três condições estabelecidas pela teoria:

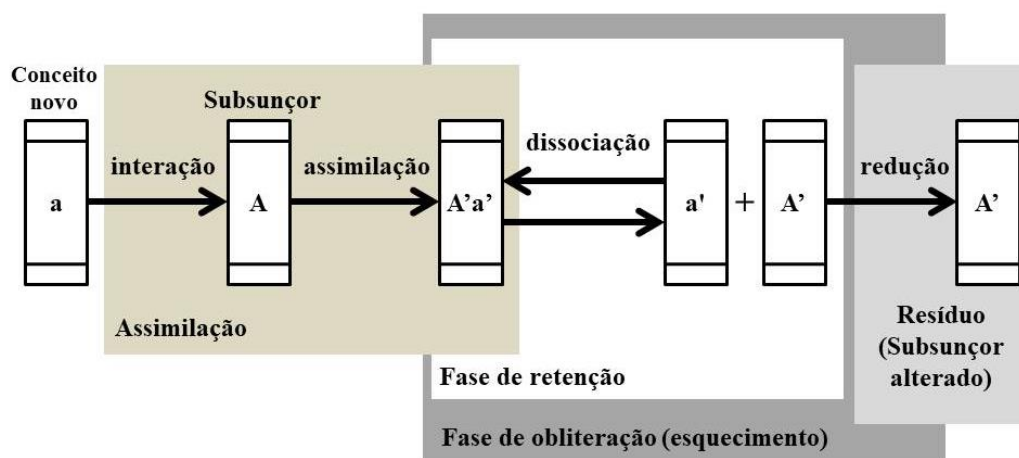
- a) o educando deve estar disposto ou pré-disposto para aprender;
- b) existência de material com potencial significado, i.e., o conteúdo deve ter um significado lógico;
- c) estrutura cognitiva preexistente, o aluno deve possuir ideias ou conceitos (subsunçores) pré-existent relevantes.

Em síntese, o componente de maior importância da TAS, e que influi na própria aprendizagem significativa, apoia-se no conhecimento que o aluno já anteriormente possui, i.e., os saberes internos (ancorados) no seu intelecto.

Some-se a isso o processo de assimilação (aquisição obliterada/inclusão obliterada/ancoragem) delineado pelo teórico, em que: partindo-se de elementos (ideias, concepções, imagens mentais, vivências, etc.) preexistentes no educando, novas percepções (teorias, experimentações, simulações, etc.) serão confrontadas, para posteriormente se transmutarem/transformarem em conceitos de maior elaboração e complexidade, e, por

consequente, o educando consegue estabelecer uma melhor interpretação daquele “saber”. À frente, de maneira sintética, em forma de blocos, o processo de assimilação na aquisição, na retenção e na organização do conhecimento, será descrito no capítulo 5 em Ausubel (2002, p. 169-170) (FIGURA 4).

Figura 4 - Fase de Aprendizagem e Fase de Retenção



Fonte: Elaboração própria.

Ademais, do ponto de vista de Sousa, Silvano e Lima (2018), quando referindo à TAS, as autoras afirmam que: “[...] ainda existe uma necessidade de repensá-la aplicada à prática docente, em busca de novas concepções e estratégias de ensino e aprendizagem que correspondam às necessidades dos docentes e discentes”. Respondendo a afirmação, é necessário que o professor, em especial, aquele físico da licenciatura, aproprie-se desses conceitos, incluindo-os em seus planejamentos de maneira mais sistêmica, como sugerem Jesus e Silva:

O Princípio da Reconciliação Integrativa auxilia o professor na elaboração de uma aula [...] porque estabelece as ligações entre ideias [sic] semelhantes assim como as suas diferenças, dando ao aluno uma visão global do assunto estudado, sem que este fique dividido em tópicos sem aparente relação entre eles (JESUS; SILVA, 2004, grifo nosso).

Portanto, na TAS, conforme aponta Tavares (2008), não ocorre somente a retenção de “conceitos”, mas a transferência desses conhecimentos e sua aplicação em outros contextos. Para o ensino de Física essa transposição representa o fazer e o pensar científico de forma orgânica, sem mnemônicos ou artifícios adjacentes.

Na próxima subseção será apresentada uma visão da aprendizagem significativa no âmbito da Visão Computacional.

2.4 Aprendizagem Significativa – Visão Computacional

No decorrer de vários estudos sobre a aprendizagem significativa se somaram diversas outras visões que agregaram ou até mesmo expandiram sua leitura, conforme Moreira (2006). Desde sua origem até a contemporaneidade é possível destacar um apanhado de contribuições em diversos segmentos que tornam a TAS um “objeto” de contínua e profícua exploração. Para tanto, listam-se as distintas abordagens, de acordo com o estudo do autor, bem como em sua revisão vista em Moreira (2011a, p. 157). Abaixo são apresentados os resultados observados:

- visão cognitiva clássica (David Ausubel);
- visão humanista (Joseph Novak): criador do denominado mapa conceitual;
- visão interacionista social (D. B. Gowin): criador do denominado V epistemológico;
- visão cognitiva contemporânea: através da Teoria dos Modelos Mentais (Johnson-Laird);
- visão da complexidade e da progressividade: através da Teoria dos Campos Conceituais (Vergnaud);
- visão autopoietica (H. Maturana);
- visão crítica: subversiva, antropológica (Marcos Antonio Moreira);
- visão Computacional.

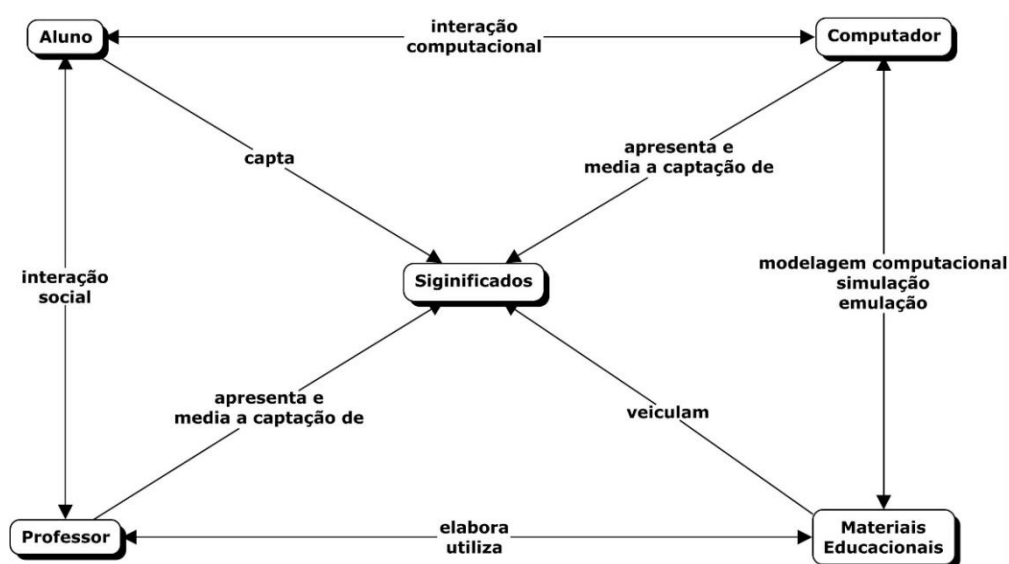
Na perspectiva da visão computacional, abreviada no estudo por VComp, e diferentemente da visão computacional (VC) advinda da ciência da computação, definida por Milano e Honorato (2010 *apud* GALLON, 2013) como sendo:

[...] é a tecnologia e ciência responsável pela forma como um computador enxerga o meio à sua volta, extraindo informações significativas a partir de imagens capturadas por câmeras de vídeo, sensores, scanners, entre outros dispositivos. Estas informações permitem reconhecer, manipular e pensar sobre os objetos que compõem uma imagem (GALLON, 2013, p. 24).

A VComp se encontra na área em que o ensino de Física se apropria de simuladores, emuladores e da modelagem computacional, como já aponta Moreira (2011b, p. 173):

“Atividades como simulação e modelagem computacional passam a integrar o ensino não apenas como recurso didático, mas como mecanismo que podem levar a um outro tipo de cognição, a novos processos cognitivos, quiçá a uma outra aprendizagem significativa”. O computador e os dispositivos móveis são integrados ao contexto de aprendizagem fazendo com que o educando interaja não somente com o professor ou com os demais alunos, mas, inclusive, com *softwares*, *APPs* e *hardwares* especializados em coletar e fornecer dados físicos. Ademais, o autor nos fornece um particular mapa conceitual da VComp com elementos propostos por D.B.Gowin em sua triádica: aluno, professor e materiais educativos) (FIGURA 5).

Figura 5 - Mapa Conceitual da Visão Computacional



Fonte: Moreira (2011b, p. 172). Adaptada pelo autor.

Portando, a visão por meio da VComp se torna componente valioso dentro da TAS, permitindo uma mediação entre o material educacional e a interação com o aluno, bem como indicando um caminho para novas investigações no âmbito do ensino de Física, como observado nos trabalhos de Nascimento *et al.* (2017), Cardoso e Dickman (2012) e Dorneles, Araujo e Veit (2006) e na proposta dAVM (Adaptação do V de Gowin para a Modelagem) estruturada no trabalho de Araujo, Veit e Moreira (2012), em que os autores ainda trazem o conceito de modelos computacionais para o ensino e aprendizagem de Física apoiados na ferramenta cognitiva V Epistemológico. Dessa forma, os estudos apontam para a convergência das TDIC e dos denominados objetos de aprendizagem na complementação e no apoio das práticas pedagógicas.

Com efeito, o uso integrado de recursos computacionais (programação, aquisição de dados, etc.) atrelados a modelos físicos factíveis de serem demonstrados e, por que não, desenvolvidos por alunos e professores, assinalam a necessidade de uma pesquisa que consubstancie o planejamento, a mediação, a avaliação e o aprendizado, norteados-se através da TAS em conjunto a VComp.

2.5 Ensino de Física

O ensino de Física, assim como as demais disciplinas de Ciências Exatas e da Natureza, possui em seu cerne o desafio de fazer com que o aluno compreenda um conjunto de conceitos teórico-científicos e o seu significado prático ou, por vezes, sua aplicação no cotidiano. Contudo, para aquele indivíduo que vivencia uma sociedade da informação, de comunicação instantânea, com soluções e resultados “rápidos”, compreender quais elementos da Física podem ser incorporados ao seu mundo social torna o trabalho do educador uma espécie de maratona, talvez sem fim definido.

Entretanto, existem abordagens no Ensino de Física (EnF) que podem contribuir para planejar, organizar, selecionar e avaliar o aprendizado. Para tanto, é necessário observar e não se furtar ao pensamento de Pietrocola (2005), quando o mesmo comenta sobre o ensino dessa disciplina.

O Ensino de Física deve ser pensado como integrante de uma saber científico a ser transmitido dentro das condições e contextos definidos pela escola. [...] A menos que se esteja pensando na formação de cientistas, o conhecimento físico deve ser submetido às necessidades de uma educação geral que permita aos indivíduos incrementarem seu entendimento sobre o mundo em que vivem (PIETROCOLA, 2005, p. 12).

Nesse caso, um primeiro percurso pode ser abordado. Transpor para o sujeito contemporâneo dentro do EnF alguns dos aspectos da Natureza da Ciência (NdC), bem como da História e Filosofia da Ciência (HFC). Apresentar a evolução de determinadas teorias, instrumentos, descobertas e concepções se torna algo razoável para estimular o pensamento crítico e desmistificar a ideia que a ciência, em especial a Física, forjou-se da forma como a vemos atualmente. Através de uma perspectiva mais humana, apresentando os erros, os êxitos e os laços históricos dos cientistas que a compõem, o aluno terá possíveis subsídios para perceber o importante papel do saber científico e, por que não, da física. É desejável pensar o ensino de Física como ferramenta indispensável para o profissional do século XXI.

Todavia, é necessário um rearranjo curricular, um modelo de acompanhamento pedagógico diferenciado, a criação de uma infraestrutura que acolha o EnF com as suas nuances históricas, assim como introduzir uma visão inovativa da gestão escolar. Com uma visão menos tradicional e mais humanizada, o EnF deve promover não somente conhecimento, mas, sobretudo, transmitir um certo quê de prazer e emoção, tal qual uma melodia, como observamos no questionamento de Pietrocola:

[...] a Física pode ser fonte de prazer, assim como o é a música e as artes em geral? Acredito de sim, pois se através dela podemos “enxergar” um mundo diferente daquele que se nos apresenta à percepção imediata, teremos a sensação de ganhar intimidade com a realidade (PIETROCOLA, 2005, p. 19).

Um segundo percurso para o EnF abrangeria a utilização das já conhecidas atividades experimentais, contudo, agregando dispositivos para coleta de dados, simuladores reais e virtuais e aplicativos em dispositivos móveis, todos com características de baixo custo e fácil acessibilidade. Experimentar e descobrir são elementos fundamentais para o EnF, porém, é importante ressaltar sua aplicabilidade, como bem aponta Gaspar:

Realizar atividades experimentais no ensino de Ciências, em particular de Física, é fundamental para a aprendizagem de conceitos científicos: não há professor, pesquisador ou educador da área que discorde desse preceito. No entanto, observa-se que a adoção dessa prática é muito rara por parte da maioria dos professores, tanto em sala de aula quanto em laboratórios; na maioria das escolas públicas, é uma prática esporádica, assistemática e sem metodologia definida (GASPAR, 2014, p. 7).

Atividades laboratoriais permitem um promissor caminho de conexão entre o EnF e o aluno, e este ao aprendizado, sem se deixar à margem o papel do professor. Dessa forma, levar o ensino a uma postura mais “mão na massa” (*hands-on*), fazendo com que sejam transpostos conceitos preexistentes do estudante, bem como o conteúdo existente em um livro ou qualquer outro apontamento, para um ambiente em que os mesmos (aluno e professor) possam não somente executar um experimento, analisar os resultados e/ou inferir sobre erros, mas também confeccionar os seus próprios instrumentos científicos para que, *a posteriori*, os dados coletados sejam compartilhados, representando um coletivo de conhecimentos.

Não obstante, os termos “descobrir” e “questionar” no EnF se tornam elementos de base para o enriquecimento intelectual daqueles que participam em conjunto do processo de “ensinagem²” (ensino e aprendizagem), da mesma forma que *insights* podem desabrochar em conjunto com a intuição científica. Studart (2019) lembra que “ensinagem” pode ser definida

² Termo inicialmente sugerido por Anastasiou e Alves (2015, p. 20) como sendo: “[...] uma situação de ensino da qual necessariamente decorra a aprendizagem, sendo a parceria entre professor e alunos a condição fundamental para o enfrentamento do conhecimento, necessário à formação do aluno [...]”.

como sendo: “[em seu] sentido amplo, como um processo de ensino que implique necessariamente em uma aprendizagem com significado para o aluno”, e mais, o autor ainda enfatiza que:

Nas últimas décadas, o interesse de professores, educadores, psicólogos e designers instrucionais tem aumentado e vários modelos de ensinagem têm sido desenvolvidos e avaliados na busca de oferecer oportunidades de maior engajamento dos alunos e colaboração entre alunos e professores. (STUDART, 2019, p 3).

Portanto, ao abordar o EnF pela perspectiva do laboratório, integrando as TDICs e seus mais diversos recursos, o trabalho em equipe e colaborativo, atividades *hands-on* e compartilhando informações, é possível ocorrer um “fenômeno” educativo disruptivo, pois as ações e os feitos do aprendizado podem transpassar as paredes da sala de aula, do laboratório, da escola, e estabelecer ligações de conhecimento em diversos outros ambientes.

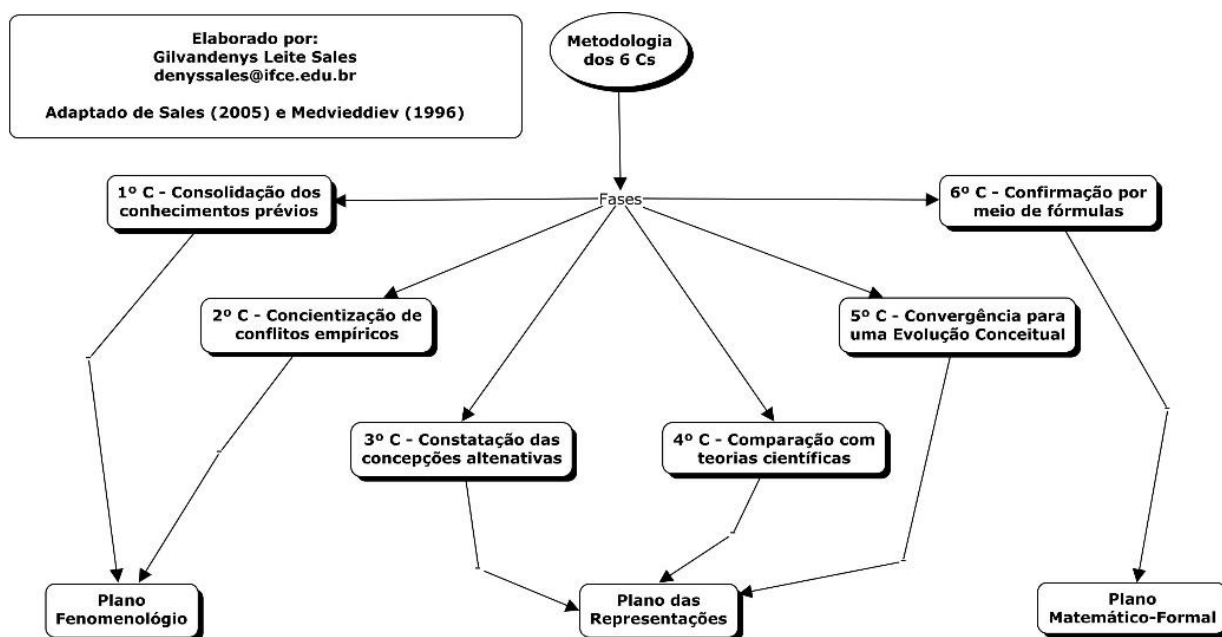
2.6 Sequência didática

No transcorrer de uma aula de Física, na pesquisa realizada em uma biblioteca ou laboratório de informática (com suporte na *web*) ou, ainda, no experimento executado dentro de um laboratório de física, torna-se indispensável a adoção de uma sequência que norteie as ações e práticas dos alunos e professores. Para tanto, o ensino de Física se encontra munido de alguns percursos metodológicos, dos quais podem ser indicados:

- P.O.E. (Predizer, Observar e Explicar), indicado em Millán e Villa (2011). Instrumento semelhante à metodologia proposta por L. Nedelsky, em 1961.
- CAV (Ciclo de Aprendizagem Vivencial), apresentado por Nunes (2019). Roteiro proposto por David A. Kolb, em 1978.
- UEPS (Unidades de Ensino Potencialmente Significativas), abordado em Moreira (2016). Sequência do professor de física Dr. Marcos Antônio Moreira.
- 3 MPs (Três Momentos Pedagógicos), exposto por Muenchen e Delizoicov (2014). Do professor de física Dr. Demetrio Delizoicov.
- ISLE (*Investigative Science Learning Environment*, em tradução livre: Ambiente de Aprendizagem Científica Investigativa) proposto por Etkina, Brookes e Planinsic (2019).

Entretanto, na presente pesquisa foi adotada a abordagem denominada Metodologia dos 6Cs, ou somente 6Cs, acrônimo de Consolidação, Conscientização, Constatação, Comparação, Convergência e Confirmação, proposta por Sales (2005) e revisada pelo mesmo em 2019. A seguir, tem-se um Mapa Conceitual esquematizando os 6Cs (FIGURA 6).

Figura 6 - Metodologia do 6C



Fonte: Sales (2005). Adaptada pelo autor.

A sequência possui sua gênese em texto dissertativo inicialmente sugerido para o ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC), no âmbito da Física Quântica. Contém em sua arquitetura influência de três autores: Alexander Medviediev, Juan Ignacio Pozo e Marcos Antonio Moreira.

É constituída respectivamente por três planos divisionais, originalmente propostos por Medviedviev (GARNIER; BEDNARZ; ULANOVSKAYA, 1996, p. 169): plano fenomenológico, plano das representações e plano aparato-matemático-formal. A metodologia 6C é também denominada por PCMA (Procedimento Cognitivo Metodológico de Apreensão), inicialmente sugerida por Sales (2005), com base no entrecortado de textos das duas obras de Pozo (POZO; ECHEVERRÍA, 1998) e Pozo (2002), e o modelo de Mudança Conceitual sugerido por Moreira (MOREIRA; GRECA, 2003). Contudo, em 2019 ocorreu uma troca do termo “mudança conceitual” para “evolução conceitual” no quinto C, decorrente da revisão realizada.

Portanto, para compreender a sequência e suas seis fases ou etapas, cada uma será apresentada conforme estrutura assinalada por Sales (2005, 2011, 2014, 2019), Silva *et al.* (2015), Santos (2017, 2019), Da Silva e Júnior (2019) e Mourão (2020):

Fase 1 – Consolidação dos conhecimentos prévios: “certificação de que o aluno já domina e sabe as teorias e conceitos ligados [...] [ao conteúdo a ser ensinado]” (SILVA *et al.*, 2015; SALES, 2019). Nessa fase o educando leva para o ambiente da sala de aula os conhecimentos adquiridos no seu cotidiano. No ensino de Física os conhecimentos preexistentes de um aluno são elementos fundamentais para que ocorra a incorporação de novos saberes. O momento propicia uma consulta, um pré-teste ou apenas uma arguição. É importante mapear as ideias existentes para que seja sucedida a ancoragem preterida pela aprendizagem significativa.

Fase 2 – Conscientização de conflitos empíricos: “para modificar seus esquemas, o aluno precisa perceber a situação conflitiva entre os conceitos clássicos [e os novos conceitos]” (SILVA *et al.*, 2015; SALES, 2019). A exibição de um novo objeto de estudo (experimento, formulação, demonstração, aparato científico) pode e, por vezes, deve imprimir certo “desequilíbrio” conceitual no aluno e, posteriormente, promover um conflito cognitivo. Sendo assim, é necessário que ocorra na etapa uma transformação ou uma mudança nos esquemas mentais. Trabalhar com “situações conflitantes” — leia-se: com a dúvida, com o questionamento, até mesmo com o erro — é um componente essencial para formação/fortalecimento da próxima etapa.

Fase 3 – Constatação das concepções alternativas: “auxiliado pelo professor, faz-se uma reestruturação teórica na busca de teorias alternativas para melhor justificar o fenômeno em estudo” (SILVA *et al.*, 2015; SALES, 2019). Mediando o conflito existente, o professor deve fomentar soluções, bem como estratégias que motivem o aluno a encontrar uma alternativa que justifique o fenômeno em estudo. Sugerir o desenvolvimento de um projeto ou o uso de ferramentas tecnológicas e/ou laboratoriais que permitam criar “pontes” de aprendizado, daquilo que o educando já sabe ou compreende, bem com o que é necessário ele aprender de forma significativa.

Fase 4 – Comparação com teorias científicas: “formulam-se e apresentam-se as novas teorias advindas [...] [da Acústica, Ondulatória e Oscilação]” (SILVA *et al.*, 2015; SALES, 2019). Confrontar outras teorias ou exemplos que possam solucionar o fenômeno estudado. O professor deve atuar como auxiliar na reordenação teórica ou na busca de novos conceitos, um exemplo na Acústica: uma onda possui somente origem mecânica? Não. Sua origem pode ser eletromagnética também.

Fase 5 – Convergência para uma evolução conceitual: “auxiliado pelo uso do [recurso pedagógico], o aluno modifica então suas concepções prévias” (SILVA *et al.*, 2015; SALES, 2019). Nessa fase se espera uma “evolução” dos conceitos pelo uso ou manuseio de recursos, sejam tecnológicos, laboratoriais e/ou virtuais, de forma que ocorra uma mudança no conhecimento e no entendimento do estudante diante do conteúdo trabalhado.

Fase 6 – Confirmação por meio de fórmulas (SALES, 2019). Vivenciado o fenômeno e compreendido/assimilado o conceito físico, seja mecânico, óptico, ondulatório, dentre outros, o aluno deverá formatar, ao contrário de apenas “matematizar” ou “equacionar”, os resultados em gráficos, diagramas, tabelas ou, ainda, quando desejável, classificar ou ordenar os dados obtidos. Importante assinalar quando Mazur (2015, p. 7) critica a ideia de “receitas”, quando, por exemplo, “[...] escolha um valor e adicione em uma fórmula, para resoluções de problemas, sem considerar, conforme o mesmo, os denominados ‘conceitos subjacentes’”.

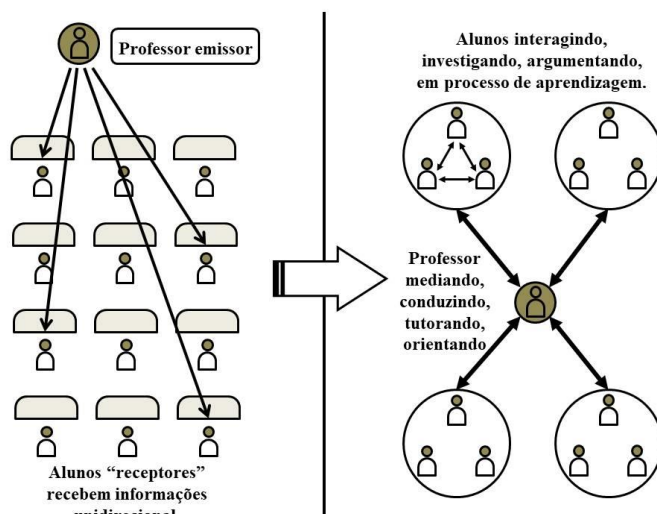
2.7 Metodologias ativas

As Metodologias Ativas, também denominadas Metodologias Inovativas, encontram-se progressivamente sendo incorporadas aos currículos, planejamentos e práticas educacionais. Aulas com uma dinâmica diferenciada do modelo tradicional de ensino já estão presentes do ensino básico aos cursos superiores. Entretanto, os autores Nevez, Mercanti e Lima (2018, p. 83) acreditam que exista certa “incompatibilidade” ou “desconforto”, de âmbito global, nacional e/ou local, entre os profissionais advindos de uma formação “centralizadora” – que possuem até certo domínio tecnológico, contudo, faltam aos mesmos, não raramente, atitudes autônomas e proativas – na incorporação de tais abordagens metodológicas.

Entretanto, é necessária, inicialmente, uma definição do termo Metodologias Ativas, que doravante será somente denominada por MA, como sendo: “[...] estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida” (BACICH; MORAN, 2018, p. 4).

Ademais, as abordagens em que o aluno (ou grupo de alunos) possa se portar de forma colaborativa (FIGURA 7) se prestam a uma substancial alteração na forma de condução da aula, no *layout* da sala, na postura do professor, na participação, na interação, bem como no planejamento anual e no plano de aula diário do educador.

Figura 7 - Metodologia Ativa



Fonte: Elaboração própria.

Por outro lado, é necessário destacar que o conceito de atividades que mobilizam alunos durante o aprendizado já possui seu campo anteriormente demarcado, através das teorias construtivistas e sociointeracionistas. De acordo com Santos (2015, p. 27204), podemos encontrar em Jean Piaget e Lev Vigotski elementos/componentes/partículas difusoras de ideias inovativas. A propósito, Moura (2014) enumera seis características pertencentes às MA:

1. Demandam e estimulam a participação do aluno envolvendo-o em todas as suas dimensões humanas: sensório-motor, afetivo-emocional, mental-cognitiva.
2. Respeitam e estimulam a liberdade de escolha do aluno diante dos estudos e atividades a serem desenvolvidas, possibilitando a consideração de múltiplos interesses e objetivos.
3. Valorizam e se apoiam na contextualização do conhecimento, imprimindo um sentido de realidade e utilidade nos estudos e atividades desenvolvidas.
4. Estimulam as atividades em grupos, possibilitando as contribuições formativas do trabalho em equipe.
5. Promovem a utilização de múltiplos recursos culturais, científicos, tecnológicos que podem ser providenciados pelos próprios alunos no mundo em que vivemos.
6. Promovem a competência de socialização do conhecimento e dos resultados obtidos nas atividades desenvolvidas (MOURA, 2014, p. 2, grifo do autor).

Aderente às características indicadas, é possível ocorrer à incorporação de recursos digitais, bem como a integração aos modelos de ensino denominados: Ensino Híbrido (EH), Educação a Distância (EaD), e, como será exposta na presente pesquisa, o Ensino Remoto Emergencial (ERE).

Soma-se a isso, dentro do universo das MAs coexistem uma diversidade de abordagens, das quais se pode destacar: Aprendizagem Baseada em Problemas (ABProb),

Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ), Aprendizagem Baseada na Investigação (ABInv), Instrução em Par (PI), Aprendizagem Baseada em Equipes/Times (ABE), Ensino sobre Medida (EsM), Método dos Trezentos (M300), do físico professor Dr. Ricardo Fragelli, e o Rodízio de Saberes (RdS), da professora Dra. Roseday Nascimento em parceria com a professora Dra. Denise Lannes.

No presente estudo se adotou como estratégia de MA a ABProj, tornando-se componente-chave para execução da pesquisa. Sua estruturação, fases e atributos serão apresentados na próxima subseção.

2.7.1 Aprendizagem Baseada em Projetos

Nesta subseção se apresenta a aprendizagem através de projetos. Estratégia de ensino que emergiu no começo do século XX, e contrariamente a outras MA, não possui origem recente. Para tanto, pontuam-se alguns aspectos históricos, destacando três personagens expoentes e suas contribuições para a formação da ABProj.

Inicialmente, tem-se John Dewey, com o seu inovador *slogan* Aprender Fazendo (*Learning By Doing*), pedagogo e filósofo estadunidense, considerado o pioneiro da Pedagogia de Projetos, quando o mesmo no início do século XX já assinalava a importância do protagonismo e os aspectos colaborativos da participação ativa dos alunos; tanto em suas obras — “Como Pensamos” (1910), “Democracia e Educação” (1916), “Arte como Experiência” (1934), “Experiência na Educação” (1938), para citar algumas — quanto em suas ideias continham forte teor progressista para sociedade americana de então. O pedagogo acreditava que o conhecimento e o seu desenvolvimento constituíam componentes de emancipação social para um cidadão.

Em seguida, é destacado o educador William Heard Kilpatrick, pedagogo americano, considerado verdadeiramente o “pai” da denominada Aprendizagem Baseada em Projetos, aluno de doutorado e, posteriormente, discípulo de Dewey, e inseriu a dimensão psicológica no processo de ensino por projetos. Sua contribuição inicial é representada pelo artigo publicado em 1918 pela *Columbia University*, com o título “*The project method: The Use of the Purposeful Act in the Educative Process*” (“O método do projeto: o uso da ação intencional no processo educativo”, em tradução livre), que logo se tornou referência imediata entre professores e acadêmicos da educação, mas ainda inédito em português.

Por último, o professor William N. Bender, atual representante da ABProj. Possui esse um viés integrativo com as tecnologias digitais. Suas contribuições também envolvem o uso

do enfoque *STEM* (também abordado no presente estudo, cujo acrônimo significa Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, do inglês *Science, Technology, Engineering e Mathematics*), no âmbito de projetos. Na visão de Bender (2015) a aprendizagem por projeto pode ser denominada como sendo:

Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP) é um modelo de ensino que consiste em permitir que os alunos confrontem as questões e os problemas do mundo real que consideram significativos, determinando como abordá-los e, então, agindo de forma cooperativa em busca de soluções (BENDER, 2015, p. 19).

Ademais, o autor ainda incorpora o trabalho colaborativo, bem como a satisfação do educando em participar da confecção do projeto, algo apontado por Sales (2005, p. 17) quando afirma que o aluno deve confeccionar ou construir suas tarefas (leia-se, também: projetos) de maneira transformadora e criativa, ampliando seu pensar, seu aprender, sua capacidade de trabalhar em equipe, bem como do manuseio das tecnologias digitais para melhor desenvolver seu potencial cognitivo, social e afetivo, não somente de forma individual, mas como membro pertence a um coletivo. Em outras palavras, o autor ainda define a ABProj como: “A ABP (sic) pode ser definida pela utilização de projetos autênticos e realistas, baseados em uma questão, tarefa ou problema altamente motivador e envolvente, para ensinar conteúdos acadêmicos aos alunos no contexto do trabalho cooperativo para resolução de problemas” (BENDER, 2015, p. 15).

Em vista disso, a ABProj vem sendo objeto de trabalhos acadêmicos, como vistos em Nobre *et al.* 2006), Toyohara *et al.* 2010), Oliveira e Gonzaga (2011), Masson *et al.* (2012), Oliveira e Matar (2018) e demais estudos, em especial aqueles que integram as TDICs, como abordado em Silva, Castro e Sales (2018), resultados estes obtidos em pesquisa simplificada através de ferramenta de busca acadêmico na *web* Google Acadêmico³.

Traçado a referida introdução, apresenta-se a divisão inicialmente delineada por William Heard Kilpatrick, conforme Marques relata em artigo:

Kilpatrick classificou os projetos em quatro tipos, considerando que para o docente é importante ter clareza quanto à expectativa em relação aos objetivos e procedimentos a seguir:

tipo 1 – em que a intenção é produzir algo externo a partir de alguma ideia ou plano e em que são sugeridos os seguintes passos: perspetivar, planificar, executar e avaliar;

tipo 2 – em que se propicia o desfrutar de uma experiência estética, influenciando o desenvolvimento da apreciação, não havendo procedimentos fixados, cabendo ao educador perceber o melhor modo de os acompanhar;

tipo 3 – em que a intenção é solucionar um problema intelectual;

³ Disponível em: <https://scholar.google.com.br/>. Acesso em: 10 fev. 2021.

tipo 4 – para aperfeiçoar uma técnica de aprendizagem ou adquirir determinado conhecimento ou capacidade, em que os procedimentos são os mesmos do tipo 1 (MARQUES, 2016, p. 5, grifo nosso).

A divisão sugerida remonta ao artigo publicado em 1918 pelo pedagogo, servindo de modelo e base para as propostas subsequentes. Por sua vez, Bender (2015), em linhas gerais, categorizou nove Características da ABProj (QUADRO 1).

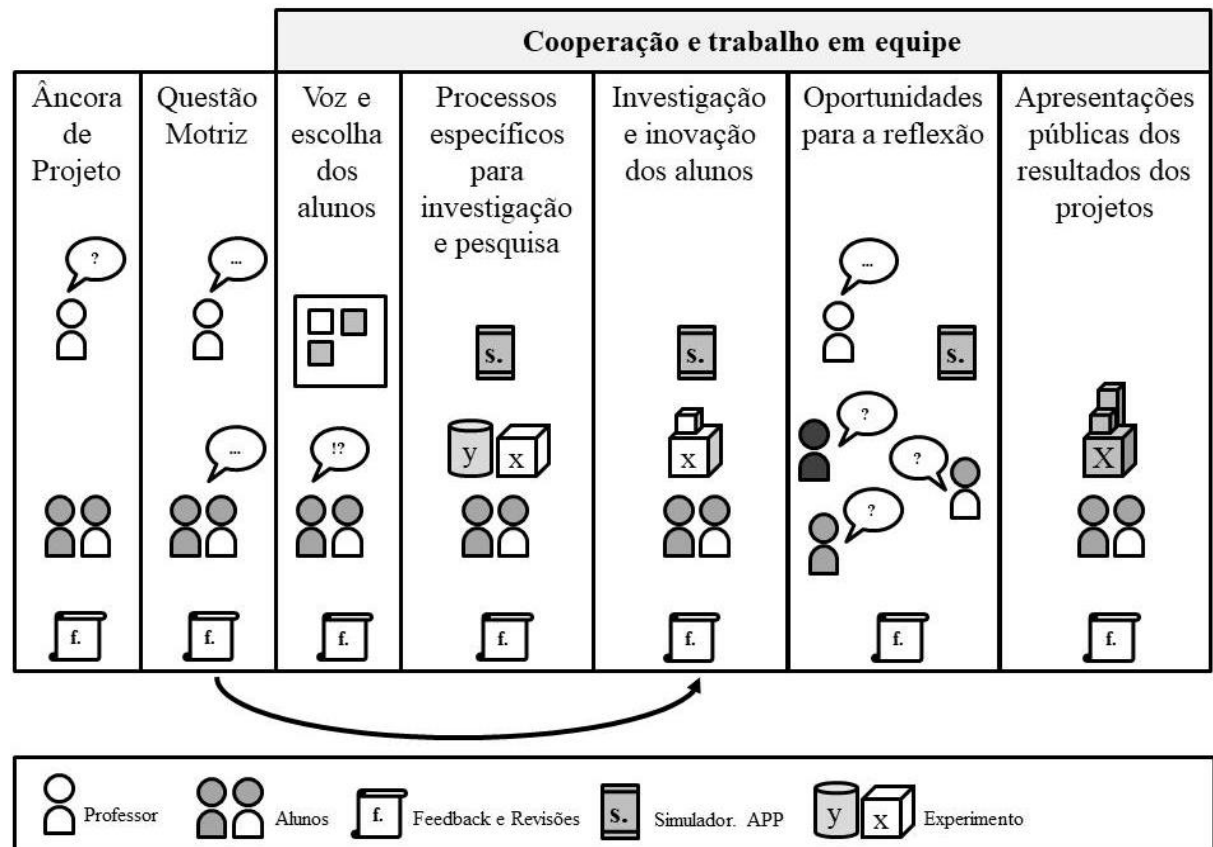
Quadro 1 - Características essenciais da ABProj

Item	Descrição
1 – Âncora de Projeto	Uma pequena introdução sobre o assunto que será abordado no projeto.
2 – Questão Motriz.	Questionamento que deve ser utilizado para chamar a atenção da classe ou dos alunos.
3 – Voz e escolha dos alunos.	Espaço para opiniões dos alunos quanto ao andamento do projeto ou alterações necessárias.
4 – Processos específicos para investigação e pesquisa.	Desenvolvimento de um protótipo, estabelecimento de um calendário, um cronograma, tempos limites (<i>deadlines</i>), metas, etc.
5 – Investigação e inovação dos alunos.	O grupo deverá criar questões adicionais à Questão Motriz, para alinhamento especificadamente nas etapas e/ou tarefas do projeto.
6 – Cooperação e trabalho em equipe.	Essencial para ABProj, constitui o momento que o aluno e o grupo, bem como o professor, tornam a aprendizagem significativa e autêntica.
7 – Oportunidades para a reflexão.	Espaço no qual são realizadas reflexões sobre o projeto, sua essência e utilidade no ensino e na aprendizagem.
8 – Devolutiva (<i>feedback</i>) e revisão	Momento em que o professor media o processo, podendo o mesmo utilizar diversos recursos: aula convencional, avaliação, entrevista, reunião estilo <i>Pitches</i> (de até 5 minutos) com grupos de alunos, etc..
9 – Apresentações públicas dos resultados dos projetos.	Apresentação do projeto. A culminância pode ser um seminário, uma feira, uma publicação científica, participação de mostras, congressos, simpósios, etc.

Fonte: Bender (2015, p. 32). Adaptada pelo autor.

E mais, tem-se uma representação esquematizada das características sugerida por esse autor, identificando os “participantes” da metodologia: aluno, professor e artefato, que pode ser constituído por vários itens, tais como um calendário, um protótipo, uma lista de checagem, uma *webquest*⁴ ou um experimento laboratorial (FIGURA 8).

Figura 8 - Esquematização da ABProj



Fonte: Elaboração própria.

O *Buck Institute for Education* (BIE) (BUCK, 2008) distingue, em manual desenvolvido para educadores, um conjunto de atributos que dialogam simpaticamente com as caracterizas elencadas por William N. Bender, conforme tabulação seguinte (QUADRO 2).

⁴ É uma atividade didática estruturada de forma que os alunos se envolvam no desenvolvimento de uma tarefa de investigação usando, principalmente, recursos da *Internet*.

Quadro 2 - Atributos para Aprendizagem Baseada em Projetos

Atributo raiz	Considerações
Reconhecem o impulso para aprender.	Intrínseco aos alunos, sua capacidade de realizar trabalho importante e sua necessidade de serem levados a sério, colocando-se no centro do processo de aprendizagem.
Envolvem os alunos nos conceitos e princípios centrais de uma disciplina.	O trabalho do projeto é central em vez de periférico no programa de ensino
Destacam questões provocativas.	Que levam os alunos à exploração aprofundada de tópicos autênticos e importantes.
Requerem a utilização de ferramentas e habilidades essenciais.	Incluindo tecnologia para aprendizagem, autogestão e gestão do projeto.
Especificam produtos que resolvem problemas.	Explicam dilemas ou apresentam informações geradas mediante investigação, pesquisa ou raciocínio.
Incluem múltiplos produtos que permitem <i>feedback</i> frequente.	E oportunidades consistentes para que os alunos aprendam com a experiência.
Utilizam avaliações baseadas em desempenho.	Que comunicam altas expectativas, aprestando desafios rigorosos e requerem uma série de habilidades e de conhecimentos.
Estimulam alguma forma de cooperação.	Seja mediante pequenos grupos, apresentações conduzidas pelos alunos ou avaliações dos resultados de projeto por toda a classe.

Fonte: Buck (2008, p. 18). Adaptada pelo autor.

Desse modo, as características e os atributos convergem de forma conciliadora, constituindo um roteiro para gestão de projetos educativos. Tal roteiro se encontra estruturado tanto na obra de Bender (2015) quanto no manual de Buck (2008) em diversos modelos de planejamento, questionários de consulta, listas de verificação, tabelas organizacionais, fichas e formulários. Na presente pesquisa, vários dos exemplos de documentação foram utilizados, seguindo os critérios indicados nas duas literaturas.

De resto, exemplifica-se, logo adiante, que estratégias são indicadas para iniciar um projeto e sugerem-se algumas abordagens avaliativas, ambas inseridas nas duas obras existentes nacionalmente sobre ABProj.

Quanto às estratégias de ensino na ABProj temos:

- Tempestade de ideias (*Brainstorming*): em uma reunião, temas ou sugestões devem ser apresentados para um projeto em forma de discussão. Utiliza-se de *post-it* como instrumento de consulta. Os conteúdos mais relevantes são separados, sendo efetuada, ao final, uma eleição de um ou mais projetos.
- Cronograma: ao relacionar uma lista de tarefas de um projeto, o grupo deve organizar um cronograma mínimo. O estabelecimento de um cronograma é recomendado para equipes já experientes.
- Quadros SQA (Saber, Quero saber, Aprendido): ferramenta metacognitiva utilizada para o compartilhamento de ideias. Consiste em quadro ou formulário, no qual em cada coluna são indicadas sugestões com base nas três siglas. O grupo de alunos deve discutir cada tema e depois compilar uma sugestão final.
- Mapas conceituais: esquema representativo de ideias utilizado para levantamento de questões e proposições referentes à questão motriz. É um instrumento que surgiu dentro da TAS, ideal para alunos com maior maturidade argumentativa.
- *Podcast*: tipo de “encontro” em que um tema ou uma temática é escolhido, e os participantes debatem opiniões, soluções, encaminhamentos, etc. Os diálogos são gravados e posteriormente revisados.

Quanto aos instrumentos de avaliação na ABProj:

- Rubricas: modelo de avaliação mais utilizado em projetos. Contudo, é necessário um sistemático planejamento inicial para seleção dos indicadores e/ou descritores, bem como um sistema de valores para mensurar os resultados. Em seu planejamento o professor deve observar marcos de aplicação.
- Autoavaliação reflexiva: o aluno, através de parâmetros, deve indicar o que foi tangível ou intangível em suas ações dentro do projeto. Refletir sobre o que “fez”, o que não “fez” e quais “impedimentos” ocorreram.
- Avaliações reflexivas de colegas: quais fatos, eventos ou fenômenos contribuíram para o aprendizado. Importante estabelecer métricas para esse tipo de avaliação. Novamente, a maturidade e a vivência dos alunos vão determinar o êxito ou não do modelo avaliativo em grupo.

- Avaliação de portfólio: apresentar um conjunto de tarefas menores e avaliar por meio de indicadores, i.e., através de várias notas individuais ou coletivas. O portfólio se integra de maneira bastante eficaz, contudo, é necessário um controle do tempo demandado para as correções e as devidas devolutivas.

Logo, trabalhar com MA, em particular com ABProj, requer um planejamento bem estruturado por parte do educador, no entanto, com resultados benéficos para todos os participantes, como bem destaca Paim em entrevista:

As metodologias ativas, com destaque muito especial para a ABP [sic], são a fonte de motricidade essencial para a aprendizagem e quando consorciadas em equilíbrio com as tecnologias digitais, criam o ambiente fecundo para tornar a aprendizagem significativa (PAIM, 2017, p. 33).

Assim como Bender em sua obra:

Um ponto forte da ABP [sic] é a possibilidade do ensino em um formato que utiliza problemas autênticos a fim de entusiasmar os alunos em relação à sua aprendizagem. Se os educadores querem entusiasmar os jovens e explorar esse recurso maravilhoso da capacidade dos alunos para abordar problemas e questões [...], a ABP [sic] pode ser o veículo para a celebração do valor do trabalho que os alunos realizam (BENDER, 2015, p. 144).

2.8 Ensino Remoto Emergencial (ERE)

Inicialmente, o estudo foi delineado adotando um modelo de ensino denominado Ensino Híbrido (EH), em duas vertentes: Laboratório Rotacional e Rotação por Estações. Porém, no seu decorrer se instalou a epidemia da Covid-19, ocasionada pelo novo coronavírus SARS-CoV-2, enfermidade que resultou no isolamento social de grande parcela da população mundial. Por conseguinte, ocorreram mudanças na abordagem de ensino e dos recursos tecnológicos, sendo adotado o ERE pela instituição onde ocorreu o projeto de pesquisa. Dessa forma, substitui-se o Ensino Híbrido pelo Ensino Remoto Emergencial.

Assim sendo, institui-se, através do Ofício-Circular n.º 6/2020/PROEN/REITORIA-IFCE (IFE, 2020a) e da Nota Técnica Retificada n.º 01/2020/DIREN/IFCE (IFCE, 2020b), sob orientação da Diretoria de Ensino e Direção Geral, o ERE no respectivo *campus* da pesquisa. Contudo, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei n.º 9.394/1996 (BRASIL, 1996), não define especificamente sobre o ERE. Para tanto, a instituição buscou amparo legal em recentes notas promulgadas pela Presidência da República, pelo Ministério da Educação (MEC), bem como pelo Conselho Nacional de

Educação (CNE), através da Medida Provisória (MP) n.º 934 (BRASIL, 2020a), de 1º de abril 2020, corroborada pelas seguintes portarias:

- n.º 343, de 17 de março de 2020 (BRASIL, 2020b);
- n.º 345, de 19 de março de 2020 (BRASIL, 2020c);
- n.º 376, de 03 de abril de 2020 (BRASIL, 2020d);
- n.º 473, de 12 de maio de 2020 (BRASIL, 2020e).

Assim como pelo CNE através do Parecer CNE/CP n.º: 5/2020 (CNE, 2020). Dessa forma, na mesma Nota Técnica, o ERE é definido em seu item 4 como sendo:

4. Esclarece-se que Ensino Remoto não é sinônimo de Educação a Distância - EaD. Esta última é uma modalidade de ensino, prevista na nossa Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB Nº 9.394/1996, com requisitos legais e pedagógicos próprios para funcionamento, enquanto que o **ensino remoto emergencial**, embora não esteja previsto na LDB, está amparado legalmente conforme supracitado, e é composto por atividades desenvolvidas por professores e estudantes, ao mesmo tempo e juntos virtualmente, mesmo que separados fisicamente (aulas síncronas), ou por aquelas atividades que serão desenvolvidas por eles, embora estejam separados física e temporalmente (aulas assíncronas). Tais como as atividades presentes em EaD, as atividades de ensino remoto podem ser ofertadas por recursos tecnológicos digitais e ou analógicos, de forma combinada ou não, objetivando garantir que o ensino e a aprendizagem aconteçam (IFCE, 2020b, p. 2, grifo nosso).

Ainda no documento são referenciadas as orientações para atividades remotas pelo Ofício Conjunto Circular n.º 01/2020 PROEN/PROEXT/PRPI/REITORIA (IFCE, 2020c), e mais, no seu item 21 é detalhado um modelo de organização das aulas nos ambientes virtuais e quais ferramentas e recursos serão utilizados.

21. Para a organização das aulas no ambiente, sugere-se o equilíbrio entre atividades síncronas (chats, Meets, etc) e assíncronas (fóruns, atividades de leitura, videoaulas, etc), tomando como parâmetros, a carga horária pendente total a ser ofertada e a carga horária semanal da disciplina, que deverá ser distribuída, considerando o tempo pedagógico (o tempo do aprender e do ensinar) e o tempo cronológico. Por exemplo: numa disciplina X, tenho 4 horas aulas semanais, vou organizar o planejamento com: um vídeo, disponibilizado no Youtube, com a duração de 30 minutos; um chat de duração de 60 minutos; um Meet de 30 minutos; uma leitura de nota de aula assíncrona, que poderá equivaler a 2 horas de estudos ou mais (Esse adicional não poderá ultrapassar 50% da carga horária semanal da disciplina, para reposição, de modo a não sobrecarregar o estudante, considerando que ele não está cursando uma disciplina apenas e precisa de tempo para processar a aprendizagem) (IFCE, 2020c, p. 8).

No Ofício-Circular n.º 6/2020/PROEN/REITORIA (IFCE, 2020a), no seu item 4.4, inciso II, que diz respeito às *atividades para planejamento e desenvolvimento de aulas*, ainda são sugeridas as seguintes atividades avaliativas:

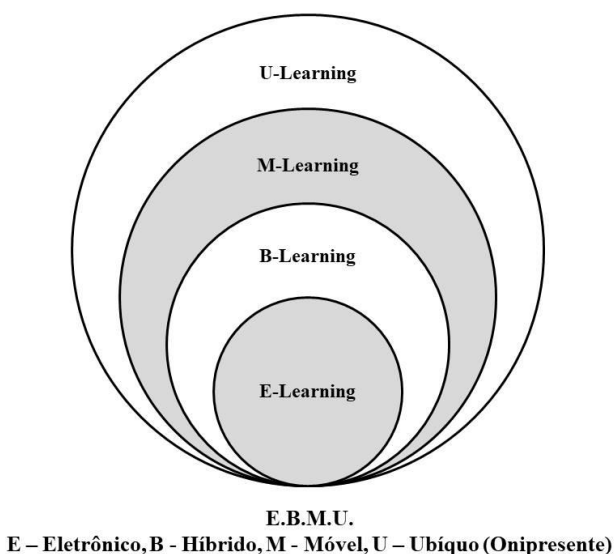
Proposição de atividades a serem realizadas pelos estudantes, como por exemplo:

- Estudos dirigidos, pesquisas, projetos, entrevistas, experiências, simulações e outros.
- Análise de vídeos educativos, documentários, entre outros, sobre assuntos relacionados ao conteúdo da aula.
- Listas de exercícios (alunos que não tiverem computador fotografam os exercícios resolvidos), nas disciplinas de exatas, ou outras.
- Seminários em grupo, utilizando o Google Meet.
- Arguições ou testes orais, utilizando o Google Meet, nas disciplinas de idiomas, ou outras.
- Produções textuais diversas (alunos que não tiverem computador fotografam o texto manuscrito).
- Questionários no Google Forms (que é linkado com o Google Classroom) ou quizzes inseridos em vídeos, utilizando softwares como Socrative, EdPuzzle e Kahoot (apresentados no Curso de Tecnologias Digitais Educacionais), entre outras possibilidades a serem sugeridas pelo docente e que possam atender as especificidades das disciplinas técnicas, propedêuticas e as condições tecnológicas dos estudantes (IFCE, 2020d, p. 2).

Dessa forma, enquanto o EH se organiza através de aulas presenciais e semipresenciais em alternância, contendo uma periodicidade de encontros baseada em um cronograma, o ERE se constitui permanentemente por atividades, aulas e encontros avaliativos *on-line*, sem (em nenhum momento) encontros presenciais. Os dois modelos se diferenciam ainda da EaD, por esta última conter encontros majoritariamente semipresenciais (geralmente no início e no fim do curso, atividades laboratoriais ou ainda nos dias em que ocorram avaliação e/ou provas), bem como pelos materiais e tecnologias utilizadas.

Nota-se, ainda, que o ERE se encontra inserido em um conjunto de abordagens tecnológicas que continuamente convergem para o ensino e a educação. Portanto, adotando uma visão hierarquizada em modelo Casca de Cebola (*Onion Peel*), representação que ainda não constitui um consenso acadêmico, mas, inserida nesta seção como recurso didático, pode-se ilustrar o conjunto ou modalidades de ensino a distância.

Figura 9 - Modalidades de aprendizagem virtual



Fonte: Elaboração própria.

Adiante, delineia-se a constituição de cada camada da (FIGURA 9).

- No primeiro e menor nível tem-se *E-Learning* ou Aprendizagem Eletrônica, ou por meios eletrônicos. Conforme Silva (2014 *apud* Silva e Conceição (2013, p. 144): “a utilização das novas tecnologias multimédia e da internet para melhorar a qualidade da aprendizagem, facilitando o acesso a recursos e a serviços, bem como a intercâmbios e colaboração a distância”. Por exemplo: a utilização de aparatos experimentais conectados à *web*, que coletam ou realizam aquisição de dados, simulações e emulações. Nesse nível se encontra em uso os chamados Sistemas Embarcados.
- No segundo nível se encontra o *B-Learning* ou Aprendizagem Híbrida, ou ainda EH. Apontado por Silva (2014, p 45) como: “[...] à convergência da componente presencial com a online, valorizando os atributos de cada uma: a personalização no presencial e a flexibilidade no online”. Sendo a modalidade na qual ocorre o entrelaçamento entre o ensino tradicional e ensino virtual, abordagem que usufrui em grande parte do ER.
- O terceiro se constitui pelo *M-Learning* ou Aprendizagem Móvel. Nessa modalidade se tem a presença massiva de dispositivos móveis: *smartphones*, *tablets*, computadores vestíveis (*Wearable computers*), etc. conforme é sinalizado em Mishra, Yadav e Choudhary (2013, p 3). A ênfase é o ensino através de aparelhos que possuam conectividade com a *Internet*, comunicação

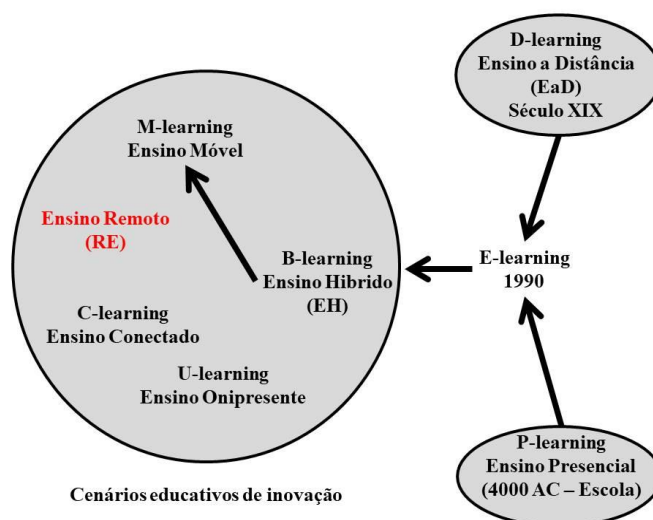
Wi-Fi e *Bluetooth*, aplicativos embarcados (chamados APPs), GPS e acelerômetro, integrados com demais *Gadgets* (do francês *gachette*), os denominados dispositivos portáteis, tais com: óculos e máscaras virtuais, sensores, câmeras, etc.

- O quarto e maior grupo se denomina *U-Learning (Ubiquitous Learning)* ou Aprendizagem Ubíqua ou ainda “Aprendizagem Onipresente”, i.e., aquela que pode ocorrer em qualquer lugar, ao mesmo tempo, em qualquer dispositivo, sendo o nível mais fortemente ligado aos recursos de Realidade Aumentada e Realidade Virtual, sendo seu foco a aprendizagem. Ademais Mishra, Yadav e Choudhary (2013, p 2) defendem que seja ainda a combinação dos demais modelos com programas (*softwares* e aplicativos) baseados em tempo real e/ou a contexto.

As definições acima e os seus respectivos ponderamentos ainda estão sujeitos a diversas outras interpretações.

Importa salientar que para o ERE sugere sua inserção no âmbito do *E-learning*, termo que abrange a tele-educação, educação *On-line* (EOL) e demais vertentes de ensino tecnológico. Do mesmo modo, Silva e Falavigna (2016) apresentam uma visão expandida dos “X” - *Learning* (FIGURA 10).

Figura 10 - Ensino: do presencial ao ubíquo



Fonte: Silva (2014, p. 43) e Silva e Falavigna (2016, p. 6). Adaptada pelo autor.

Por essa razão, no universo que compreende o ERE, educadores, estudantes, escolas e instituições de ensino e formação podem usufruir de uma boa quantidade de ferramentas que compreendem desde simples soluções para troca de mensagens até editores para simulação de complexas redes neurais. O ERE em nossa atualidade utiliza a *Internet* como o ecossistema mais amplo e diversificado, contudo, a sua mesma infraestrutura pode ser utilizada em redes privadas ou corporativas, na implantação de cursos e formações continuadas.

Não obstante, na listagem apresentada, é indicado um conjunto de recursos tecnológicos presentes em maior ou menor escala nas soluções adotadas para ensino *on-line*, divididos em suas corriqueiras áreas de aplicação.

- Comunicação: *e-mail*, quadro de aviso, boletim informativo (*newsletter*).
- Armazenamento: repositório virtual (planejamentos, roteiros, artigos, ensaios, apresentações, vídeos tutoriais, animações), biblioteca virtual (*e-book*, áudio livros, instaladores de programas e *plug-ins*).
- Midiático: videoaula, webconferência, *podcasting*, conferência educativa (*webinar*).
- Ferramentas de estudo: simulador, emuladores, jogos (*games*), *webquest*.
- Ferramentas de interação: bate-papo (*chats*), fórum.
- Organizacional: agenda virtual, quadro *Kanban*, bloco de anotações.
- Consulta: formulário.
- Registro: *blog*, *wiki*, página em HTML (*website*), glossário.
- Avaliação: portfólio, questionários, postagem, comentários em fóruns, participação em debates e votações *on-line*, respostas a pesquisas.
- Mecanismo de pagamento: boleto bancário, cartão de crédito.
- Loja *on-line*: comercialização de livros, equipamentos, *softwares*, *APP* para dispositivos móveis e demais produtos, podendo ser pagos, de uso restrito ou livre (*freewares*).

Todas as “ferramentas” citadas podem ou não estar integradas a um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), bem como vinculados ou não aos denominados objetos de aprendizagem (OA). Entretanto, o educador, por vezes, só consegue disponibilizar seu conteúdo ou material didático através de um simples repositório virtual ou um canal de videoaulas, ou ainda, através de aplicativos de mensagens (*WhatsApp*, *Telegram*, etc.). Porém,

quando é disponibilizado para o professor e os seus alunos meios para acessar recursos de TDIC de maneira igualitária, uma maior diversidade de ferramentas é ofertada.

Importante assinalar que o uso “desmedido” ou “desproporcional” de ferramentas, sem que antes ocorrer uma organização pedagógica alinhada a uma estratégia didática, um modelo mensurável de avaliação e ações ativas de ensino, com um propósito bem definido, podem levar a resultados prejudiciais no que refere ao aprendizado. É de importância capital deixar claro para todos os participantes quais metas deveremos alcançar, que mecanismos avaliativos serão aplicados, qual o suporte tecnológico será utilizado para dúvidas e tutoria, bem como os prazos em um calendário.

Por tudo isso, o uso em conjunto de diversas ferramentas deve ser avaliado com prudência e equidade. Facilmente um professor ou a equipe pedagógica podem optar por uma ferramenta X e a mesma não corresponder ao resultado desejado ou previsto.

De modo que orientar educadores sobre qual abordagem escolher é fundamental no ERE, principalmente para transmitir conforto e segurança na condução da aula, no acompanhamento e na identificação de lacunas de aprendizado. Portanto, a presente pesquisa adotou o modelo de ERE como abordagem de ensino e todos os instrumentos, metodologias e modelos avaliativos e de coleta de dados foram circunscritos nesse cenário.

Ademais, adotar um modelo de ERE, de maneira mais arrojada, impulsiona mudanças físicas (ambientes remodelados e repensados) e didático-pedagógicas (alterações nos currículos e nas abordagens diferenciadas de aprendizagem e ensino).

Assim, o ERE oferece suporte para a aplicação da Metodologia Ativa selecionada para pesquisa e para a ABProj, bem como permite correlacionar a sequência didática 6Cs. Finalmente, sem deixar excluído todo o conjunto teórico apresentado, deve-se retomar o conceito da Visão Computacional pertencente à Teoria da Aprendizagem Significativa, bem como Teoria da Aprendizagem Sociointeracionista, como sustentáculos para o ensino de Física.

3 TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

Na medida em que as TDICs possibilitam o acesso a uma diversidade de recursos e ampliam o conjunto de atividades que possam ser desenvolvidas para o ensino, em particular de Física, vivencia-se sua presença em nosso cotidiano escolar. Segundo Papert descreve:

As tecnologias da informação, da televisão aos computadores e suas combinações, abrem oportunidades sem precedentes para ação, a fim de melhorar a qualidade do ambiente de aprendizagem, entendido como todo o conjunto de condições que contribuem para moldar a aprendizagem no trabalho, na escola e no lazer (PAPERT, 1993, p. 14).

As TDICs constituem um conjunto de instrumentos, aparelhos, rotinas e processos, bem como formas de comunicação computacionais que auxilia comumente professores, alunos e pesquisadores. Contudo, o acesso a determinados aparatos, por vezes, torna-se inviável pelo alto custo de aquisição. De forma que soluções em *hardwares* abertos e *softwares* (aplicativos para *mobile*, simuladores na *web*, etc.) livres são propostos no contexto dos denominados OA, definidos por Braga como sendo:

Baseados no paradigma da programação orientada a objetos da Ciência da Computação, os objetos de aprendizagem podem ser vistos como componentes ou unidades, catalogados e disponibilizados em repositórios na Internet. Assim, podem ser utilizados em diversos contextos de aprendizagem, de acordo com o projeto instrucional (BRAGA, 2014, p. 20).

Sendo assim, dentro de uma atividade experimental pode-se, possivelmente, desenvolver instrumentos ou aparatos que colaborem para o ensino e o letramento tecnológico dos estudantes. Além disso, as atividades computacionais de décadas passadas, nomeadas como *experimentos acompanhados por computador*, atualmente possuem um viés mais direcionado para emuladores virtuais, em que as denominadas atividades baseadas em simulações computacionais estão inseridas. Muito embora, no começo do século XXI (HAAG; VEIT, 2005) alertavam para o uso de equipamentos de Tecnologias da Informação (TI) somente para consultas e apresentação de textos e *slides*.

Agregar dispositivos que possam coletar dados físicos em tempo real e associá-los a uma atividade de construção colaborativa em física propicia o que dentro da VComp, é proposto como uma forma vertente da aprendizagem significativa. Nas próximas seções serão apresentados os recursos tecnológicos e alguns conceitos inerentes aos mesmos, que fazem parte contribuinte da pesquisa.

3.1 BYOD

No âmbito do ERE e demais *M-Learning*, o uso de dispositivos móveis se tornou uma temática de grande importância, pois como afirmam Hino, Przybilovicz e Coelho (2019): “A proliferação de dispositivos móveis, como *smartphones*, *laptop* e *tablets*, e a sua incorporação na rotina das pessoas têm impulsionado o uso em diversos contextos”. Portanto, nesse contexto, alunos e professores precisam compreender as vantagens no uso proveitoso dos dispositivos móveis, bem como nos demais equipamentos de fácil mobilidade, tais como: *notebooks*, *Raspberry Pi*, *Chromebooks* e *E-Readers*.

Por essa razão, a adoção da prática *BYOD* (*Bring Your Own Device*, em tradução livre do inglês “Traga seu próprio dispositivo”) se mostra bastante aderente ao modelo de ensino da presente pesquisa. Segundo Afreen (2014), a sigla surgiu inicialmente em 2009 entre os funcionários da empresa de tecnologia INTEL, que traziam seus equipamentos para dentro de seus postos de trabalho e conectavam a rede *Wi-Fi* interna. Ainda segundo Hino, Przybilovicz e Coelho (2019): “Embora essa prática tenha surgido no ambiente corporativo, ela vem se expandindo para diversos contextos, incluindo o acadêmico”. Em Unesco (2014, p. 14) é afirmado que:

A presença de dispositivos móveis nos sistemas formais de educação vem aumentando. Em nível global, dois dos modelos mais populares de aprendizagem móvel nas escolas são programas do tipo 1:1, ou Um computador por aluno (Uca), [...] e os do tipo traga o seu próprio dispositivo (Bring Your Own Device – BYOD), que conta com que a maioria dos alunos tem (sic) os seus próprios dispositivos. Nesse caso, as escolas fornecem ou subsidiam dispositivos para aqueles que não podem arcar com os custos.

Dessa forma, ao utilizar os dispositivos móveis para acessar o conteúdo instrucional, realizar montagens e experimentações em física, coleta e compartilhar os dados, bem como acompanhar as aulas e participar de avaliações na forma remota, sugere-se a prática indicada como estratégia didática. Citando novamente Unesco (2014, p. 15), temo-se que:

Uma forma viável de conseguir um ambiente 1:1 é fazer com que os alunos usem os dispositivos que já têm em casa. Conhecido como BYod, o modelo vem causando uma mudança sem precedentes na educação superior e no ensino a distância ao permitir que mais alunos acessem os materiais pedagógicos através da tecnologia móvel. [...] as iniciativas BYod mostram-se promissoras para alunos de todos os cantos do mundo, embora possam ser radicalmente diferentes nas diversas regiões e países. Embora a estratégia tenha atingido maior popularidade em países e comunidades onde é comum ter um *smartphone* ou um *tablet*, alunos e educadores têm encontrado maneiras de aproveitar até mesmo as tecnologias menos sofisticadas dos alunos.

Do mesmo modo, os estudos de Vieira e Santarosa (2013), De Miranda *et al.* (2020) e Bernardini, Sônego e Pozzebon (2018) sinalizam que os nativos digitais (PRENSKY, 2001), imersos na sociedade da informação, já absorveram o modelo em seu cotidiano escolar e social. Assim sendo, requer-se do professor a escolha dos *softwares* e aplicativos (APPs) que melhor o apoie em seus conteúdos, levando-se em consideração a compatibilidade e plataformas, sejam *MS-Windows*, *Apple IOs*, *Android* e *Linux (Debian, Ubuntu, Fedora, etc.)*, a acessibilidade e a usabilidade.

3.2 STEM

O *STEM*, acrônimo que significa *Science*, *Technology*, *Engineer* e *Mathematics* (em inglês) e Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (em português), desponta como sendo um “enfoque” no ensino de ciências exatas e naturais, e não totalmente uma abordagem ou uma metodologia direcionada para o conhecimento estritamente tecnicista. Surgiu em meados dos anos 1990 nos Estados Unidos, onde a *National Science Foundation* (NSF) utilizava o termo de maneira genérica para identificar ações, trabalhos, políticas, dentre outros, que em seu conjunto estiveram envolvidos essa variedade de disciplinas.

O enfoque *STEM* permite adotar um modelo plural para a educação científica, contribuindo para o processo tanto de ensino quanto de aprendizagem (e, por que não, de ensinagem?), pois compreende conceitos matemáticos, de engenharia ou diretamente da física que requerem múltiplos saberes. Ademais, em Bett Educar (2019, p. 36) é dito que: “Não há um modelo pedagógico único, mas três características são fundamentais no ensino sob a ótica do *STEM*: abordagens interdisciplinares; conexão dos conteúdos escolares com a realidade dos alunos; aprendizado por meio de atividades práticas.”.

Para Moreira, o enfoque *STEM* permite mitigar os impactos tradicionalistas de ensino, o autor sinaliza que:

Grandes desafios para o ensino de ciências no século XXI são: ajudar os alunos a explorar a relevância pessoal da ciência e da tecnologia e integrar o conhecimento científico a soluções de problemas, práticas e complexas, que muitas vezes não podem ser definidas em termos puramente científico-tecnológicos; desenvolver nos estudantes a compreensão da base social e institucional da credibilidade científico-tecnológica; estimular e habilitar os estudantes a aprender ciências desenvolvendo seus próprios interesses, curiosidades e práticas científico-tecnológicas para toda a vida (MOREIRA, 2018, p. 4-5).

O próprio *STEM*, como abordagem ativa de ensino, apresenta-se conforme Silva *et al.* (2017) como: “[...] uma tendência inovadora que pretende modificar o *status quo* da educação

atual, permitindo ao estudante, de forma autônoma e criativa, explorar sua curiosidade e desenvolver uma aprendizagem significativa”. Em Da Silva (2017, p. 2) é enfatizado que os alunos da denominada “geração Z”, pessoas considerados nativos digitais (PRENSKY, 2001) possuem uma maior familiaridade com as novas tecnologias.

No ensino de Física o uso de *STEM*, unido a demais abordagens e técnicas, torna-se um aliado de grande valia para o educador, proporcionando que o *descobrir* científico esteja alinhado com uma ou várias tecnologias (sejam virtuais ou reais); que o *fazer* ou o *construir* representem algo palpável, concreto e significativo para o aluno; e, por fim, que não ocorra necessariamente uma imposição determinística das formulações matemáticas, mas sim um diálogo com os fundamentos matemáticos daquele projeto ou do experimento didático da Física.

Não obstante, o *STEM* possui intrínsecas relações com a prática *BYOD*, quando esta usufrui de dispositivos móveis para a aquisição de dados, bem como a *Cultura Maker* no que se refere à construção de aparatos que antes se encontravam apenas em “conceitos” abstratos.

3.3 Cultura Maker

A *Cultura Maker* inserida no *Movimento Maker* se apresenta em nossa atualidade como um vetor de aproximação para uma diversidade de aplicações culturais, tecnológicas, lúdicas e, por que não, científicas. Entretanto, sua origem não possui um marco bem definido, sendo um amálgama de várias ideias, iniciativas de ensino e projetos tecnológicos. Contudo, nesta pesquisa a publicação da Revista *Maker Movement*, bem como a feira *Maker Faire* em 2005, serão consideradas os marcos iniciais, somando-se ao lançamento do *The Maker Movement Manifesto*, do autor Mark Hatch, de 2014, que será considerado como referencial “teórico”.

No manifesto o autor elenca nove princípios norteadores para a aplicação de projetos que envolvam o fazer criativo, tornando-se o seu modelo estrutural, sendo eles: *make* – fazer, *share* – compartilhar, *give* – dar, *learn* – aprender, *tool up* – instrumentalizar, *play* – jogar, *participate* – participar, *support* – apoiar e *change* – mudar. Importante pontuar que a *Cultura Maker* possui como máxima o seguinte ditame conferido ao próprio Mark Hatch: “In the spirit of making, I strongly suggest that you take this manifesto, make changes to it, and make it your own. That is the point of making”, que, em tradução livre, quer dizer “Com o espírito de fazer, eu sugiro fortemente que você pegue este manifesto, faça alterações nele e faça-o seu. Esse é o ponto de vista” (HATCH, 2014, p. 3).

Assim sendo, ao desenvolver projetos que consistem em construir aparatos científicos para o ensino de Física pode ser observados elementos dos nove temas. Porém, destacam-se entre as temáticas o Fazer, o Compartilhar, o Instrumentalizar e, por fim, o Aprender. Os autores Rossi, Santos e Oliveira (2019) esclarecem em texto direcionado para a Matemática e Física que o movimento se apresenta como:

Uma proposta que vem ganhando espaço no meio educacional é o movimento maker, que tem como princípio básico a cultura do “Faça você mesmo”, no contexto de uma extensão tecnológica. Através deste movimento, os indivíduos são estimulados a construir, modificar, produzir, adaptar os próprios objetos, dentro de uma concepção artesanal e personalizada (ROSSI; SANTOS; OLIVEIRA, 2019, p. 2).

Em adição ao citado, Meira e Ribeiro (2016), em artigo sobre a *Cultura Maker* e o ensino de Física, defendem, ainda, o trabalho em modelos de projetos, em que estudantes são introduzidos em uma contextualização de formação científica, que permite o desenvolver e o aplicar conceitos advindos da sala de aula, em particular da disciplina de Física, na produção tecnológica. Acredita-se, com isso, que uma maior diversidade de fenômenos físicos possa ser mais bem compreendida, utilizando-se de ações concretas, ou ainda atividades que promovam situações-problema que desafiem e motivem os estudantes.

Ademais, em Brockveld, Teixeira e Teixeira (2017) encontra-se que os alunos são colocados como “consumidores”, sem compreenderem como são alcançadas as definições desse ou daquele fenômeno, ou como foram descobertas determinadas teorias, focando apenas no conteúdo que compete a cada disciplina transmitir. E tal como é tido por Hatch (2014, p. 4): “Você deve aprender a fazer. Você deve sempre procurar aprender mais sobre como fazer”. Assim se compreende que professores e alunos devam colocar a *mão na massa*, da mesma forma que os pioneiros da Física e demais ciências fizeram, errando, construindo e reconstruindo suas ideias, modelando instrumentos e pondo à prova suas descobertas.

A *Cultura Maker* proporciona um novo olhar sobre as ciências, bem como sobre o percurso metodológico de ensino adotado em vários segmentos escolares por professores, gestores e pesquisadores. Dessa forma, Cordeiro, Guérios e Paz (2019, p. 6) assinalam que:

A cultura Maker não está direcionada a nenhuma área do conhecimento específica, embora tenha muitos adeptos das áreas de exatas por resultar mais fácil de aplicar. É interessante começar esta prática com professores de ciências da natureza e matemática, pois são áreas que possuem bastante relação com os conteúdos, conhecimentos e habilidades desta cultura e, podem também organizar um evento de divulgação de boas práticas de forma a inspirar e motivar os demais.

Portando, ao propor experimentações a um grupo de alunos é bastante plausível que ocorra uma maior aderência aos conteúdos ministrados. Esclarece-se que, não obstante, a *Cultura Maker* não pode responder por si só a todos os encaminhamentos do ensino, sendo parte integrante de um conjunto de ações que deve conter uma sequência didática, um modelo ativo de aprendizado, assim como o Compartilhar (*Share*) – uma das temáticas do *Manifesto Maker* – resultados e experiências com outros grupos. Para tanto, nesta pesquisa se sugere outro componente da TDIC, apresentado na próxima subseção.

3.4 E-Science

Utilizar dados científicos coletados, processá-los e armazená-los para, posteriormente, analisá-los através de gráficos, utilizando funções matemáticas e estatísticas em planilhas eletrônicas, bem como executando linguagens para manipulação de dados, tais como a *Linguagem R* ou a *Linguagem Python*, ambas de largo uso nas ciências exatas, e mais, depois de realizados os devidos tratamentos, compartilhar de forma cooperativa e colaborativa as informações, remete-nos ao conceito de *E-Science*, ou em tradução livre e-Ciência, termo que surgiu em meados de 1999 no Reino Unido, definido por John Taylor.

Conforme afirma Ferreira em obra que aborda o tema de forma criteriosa e ímpar, o e-Ciência pode ser caracterizado como:

[...] um novo paradigma da Ciência, a qual marca sua presença e destaca a transição normal e algumas vezes imperceptível no curso evolutivo da Ciência. Apresenta-se paralelamente a outras manifestações científicas, em alguns aspectos, chega até a sobrepor-las. [...] Esse é um paradigma emergente, o qual influenciou de modo preponderante os rumos tomados no desenvolvimento da pesquisa científica contemporânea (FERREIRA, 2018, p. 14).

O termo e-Ciência ainda pode ser encontrado em alguns textos, com a seguinte denominação: *cyberinfraestrutura*, contudo, há autores que discordam da relação existente entre os dois. Nesse sentido, o autor enfatiza que:

Esses termos carregam preferências, linhas de pesquisa, objetivos etc, e são identificados como: ciência orientada por dados (data-driven science); computação fortemente orientada por dados (data-intensive computing); mineração de dados (data mining); quarto paradigma (fourth paradigm); dos dados ao conhecimento (from data to knowledge); ciência com uso intensivo de dados (data-intensive science); pesquisa eletrônica (e-Research) (FERREIRA, 2018, p. 17).

Os autores Ferreira, Villalobos e Moura ainda pontuam a seguinte característica:

A e-Science caracteriza-se justamente pela alocação desses recursos digitais, os quais têm constituído os principais esforços para a construção de infraestruturas computacionais que fornecem suporte às práticas científicas e, em especial, às práticas colaborativas realizadas pelos pesquisadores (FERREIRA; VILLALOBOS; MOURA, 2018, p. 3).

Portando, permitir, no ensino de Física, com que os alunos entrem em contato com os dados experimentais dos demais colegas é algo de extremo enriquecimento educacional. Trocar informações sobre o que ocorreu de errado, quais materiais foram utilizados, qual a posição do dispositivo durante a aquisição dos dados, bem como as circunstâncias do experimento, proporciona elementos motivacionais para os estudantes testarem alternativas, assim como desperta a curiosidade e o saber científico.

Contudo, para que ocorram as práticas colaborativas é necessária uma infraestrutura dividida em três camadas, conforme sugestão de Ferreira (2018) e de acordo com o apresentado no (QUADRO 3):

Quadro 3 – Infraestrutura para e-Ciência

Camada	Estrutura
Primeira	Composta pelos instrumentos científicos e experimentos que fornecem grande quantidade de dados.
Segunda	A camada de rede, centros de processamento de dados em rede e <i>software middleware</i> como a “cola” dos recursos.
Terceira	Alto nível que inclui pesquisadores que realizam suas atividades independente da localização geográfica, interagem com os colegas, compartilham e acessam os dados.

Fonte: Ferreira (2018, p. 2). Adaptação do autor.

Tal estrutura pode ser transportada para o cenário estabelecido na pesquisa como, vemos no (QUADRO 4):

Quadro 4 – Cenário da pesquisa modelado em e-Ciência

Camada	Estrutura
Primeira	Montagem dos aparatos para experimentação, coleta de dados via APPs, preenchimento de relatório, resposta dos questionários pelos alunos.
Segunda	Armazenagem dos dados em formulário eletrônico, postagem de relatórios em AVA, exportação dos resultados experimentais e notas dos formulários <i>on-line</i> para arquivos de dados. Participação dos alunos e professores.
Terceira	Análise e estudo compartilhados dos dados pelo professor, processamento e reuso compartilhado das informações pelos alunos e professores.

Fonte: Elaboração própria

Para concluir, sugere-se a aplicação do conceito e-Ciência e de sua estrutura, pois permite uma melhor organização dos dados experimentais para que professores, alunos e pesquisadores possam compreender o passo a passo e, posteriormente, resgatar elementos para estudos no ensino de Física e Ciências. Entende-se, portanto, que herda informações para desenvolver novas abordagens inovativas, permitindo uma significativa “economia” no planejar tanto didático quanto pedagógico.

3.5 Simulador *PhET*

No ensino de Física o uso de emuladores e simuladores se apresenta como uma forma alternativa de suprir a carência de equipamentos e/ou instrumentos científicos presentes nos laboratórios de física. Devido aos valores elevados de determinados equipamentos, hoje se pode contar com *sites* que disponibilizam tais recursos, bem como aplicativos em dispositivos móveis que permitem o compartilhamento dos resultados de forma direta e em tempo real, ações essas que justificam a adoração do *E-Science*, bem como da *Cultura Maker*.

Assim sendo, Carraro e Pereira (2014) os autores dividem os simuladores em estáticos e dinâmicos. Os estáticos são aqueles em que o estudante possui pouco controle sobre as opções de controle e parâmetros. Enquanto os dinâmicos permitem em quase toda a sua totalidade a manipulação dos dados e dos parâmetros. Portanto, ainda fica patente em Carraro e Pereira (2014, p. 10) que:

A utilização de simulações virtuais no ensino de Física possibilita ao estudante desenvolver a compreensão de conceitos, e levá-lo a participar efetivamente no seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e a agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos do seu cotidiano.

Dessa forma, para a realização da pesquisa e dos experimentos virtuais se utilizou de três simuladores: *Musiclab* (simulador musical da *Google*), Física na Escola (*site* contento os simuladores do professor romeno Vladimir Vascak, versão em português de Portugal) e o principal simulador denominado *PhET* (acrônimo em inglês para Tecnologia Educacional em Física), projeto da *University of Colorado Boulder*, criado pelo Prêmio Nobel de Física Carl Wieman, que disponibiliza seis simuladores na área de Som, Ondas e Ondulatória. A plataforma ainda oferta, segundo seus desenvolvedores, uma grande diversidade de simulações gratuitas em matemática e ciências (PHET, 2020).

Sendo também um repositório de (OA), o *PhET*, de acordo com Da Silva e Melo (2016, p. 9) permite introduzir novos tópicos de Física, (re)construir conceitos, competências, reforçando ideias e propondo reflexões. Ademais, o uso por professores pode abranger aulas no formato expositivo, tarefas com equipes de alunos, atividades em casa ou ainda em laboratórios de física. Arantes, Miranda e Studart (2010, p. 28) pontuam que as simulações da plataforma proporcionam, de maneira fácil e acessível, uma conexão aos fenômenos do nosso cotidiano para alunos e professores.

3.6 Google Science Journal e Arduino Science Journal

A utilização de recursos ou plataformas tecnológicas para a coleta de dados experimentais, e seu uso no ensino de Física, conforme os trabalhos de Da Silva, Santos e Silva (2019), Santos *et al.* (2019), Sena e Fernandes (2019), Monteiro (2016) e Perez, Viali e Lahm (2016), apresenta-se como alternativa exitosa para motivar estudantes, docentes e pesquisadores, contudo, os altos custos e a escassez de uma mediação tecnológica representam um obstáculo para que ocorra sua adoção. Na tentativa de responder ou até mesmo transpor a dificuldade apresentada, sugere-se a utilização de *smartphones* e *tablets* como instrumentos científicos. Na presente pesquisa é indicado, ainda, o uso do aplicativo *Google Science Journal* e sua atual versão: o *Arduino Science Journal* (QUADRO 5).

Quadro 5 – Google Science Journal e Arduino Science Journal

<i>Google Science Journal</i>	<i>Arduino Science Journal</i>
	

Fonte: Elaboração própria.

Criado pela empresa *Google* em 2016 (DIBONA, 2016), o *Google Science Journal* logo se apresentou como ótimo aplicativo para coleta e/ou aquisição de dados, através dos sensores contidos em um dispositivo móvel. Contudo, com os passar dos anos suas aplicações e usos foram sendo ampliadas para diversas áreas de ensino com o apoio de vários grupos e sites, tais como: *California Academy of Sciences*⁵, *Exploratorium*, *Maker Camp*, *New York Hall of Science*⁶, *Playful Learning Lab*⁷, *Sparkfun*⁸, *Tech Museum*⁹, *Arduino Science Journal*¹⁰ e, o principal deles, *Science Buddies*¹¹.

Dessa forma, ao ser instalado o aplicativo, são disponibilizados os sensores conforme a marca e o modelo do dispositivo. Na (FIGURA 11) são apresentados os sensores e abaixo as suas identificações.

⁵ Disponível em: [https:// www.calacademy.org](https://www.calacademy.org). Acesso em: 10 fev. 2021.

⁶ Disponível em: [https:// nysci.org](https://nysci.org) . Acesso em: 10 fev. 2021.

⁷ Disponível em: [https:// okgosandbox.org/](https://okgosandbox.org/). Acesso em: 10 fev. 2021.

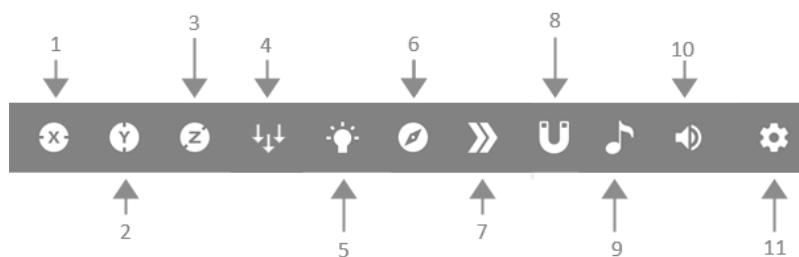
⁸ Disponível em: [https:// www.sparkfun.com/google](https://www.sparkfun.com/google). Acesso em: 10 fev. 2021.

⁹ Disponível em: [https:// www.thetech.org/sciencejournal](https://www.thetech.org/sciencejournal) . Acesso em: 10 fev. 2021.

¹⁰ Disponível em: [https:// arduino.cc/education/science-journal](https://arduino.cc/education/science-journal). Acesso em: 10 fev. 2021.

¹¹ Disponível em: [https:// www.calacademy.org/](https://www.calacademy.org/). Acesso em: 10 fev. 2021.

Figura 11 – Funcionalidades dos aplicativos



Fonte: Elaboração própria.

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| 1. Acelerômetro eixo X. | 7. Acelerômetro linear. |
| 2. Acelerômetro eixo Y. | 8. Magnetômetro. |
| 3. Acelerômetro eixo Z. | 9. Frequência sonora. |
| 4. Barômetro. | 10. Intensidade do som. |
| 5. Luz Ambiente. | 11. Configurações. |
| 6. Bússola. | |

Na presente pesquisa foram utilizadas apenas de duas funcionalidades: frequência sonora e intensidade do som. No (QUADRO 6) são apresentadas as respectivas telas no aplicativo.

Quadro 6 – Funcionalidade: Frequência sonora e Intensidade do som

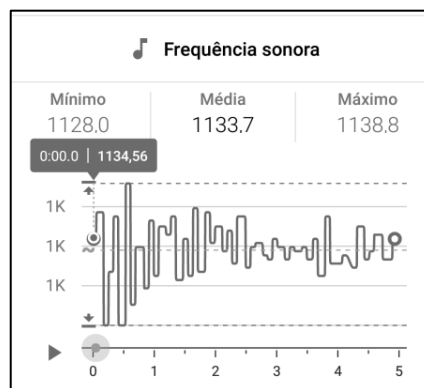
Intensidade do som	Frequência sonora

Fonte: Elaboração própria.

Através dessas funcionalidades alunos e professores podem realizar experimentos em ondulatória e acústica, capturando dados em *Decibel* (função Intensidade Sonora) e *Hertz*

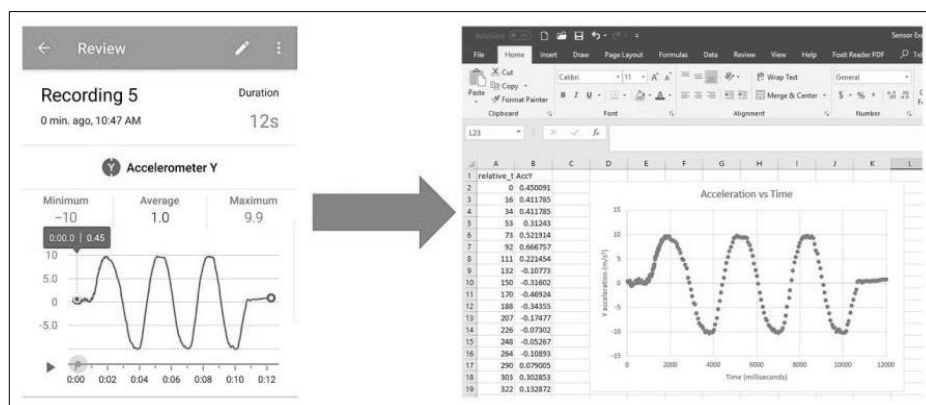
(função Frequência Sonora). O aplicativo gera um gráfico semelhante a uma Carta de Controle, indicando os seguintes valores: mínimo, médio e máximo, como apresentado na (FIGURA 12), além da possibilidade de exportação de todos os dados para uma planilha eletrônica, conforme a (FIGURA 13). Ambos os aplicativos contemplam suporte para pessoas com restrições visuais, sendo emitido um som representativo do gráfico criado.

Figura 12 - Gráfico de Controle



Fonte: Elaboração própria.

Figura 13 - Exportação planilha eletrônica



Fonte: Elaboração própria.

Importa informar que a partir de 11/11/2020 a Fundação Arduino se encontra como principal detentora do aplicativo, integrando-o à sua plataforma de ensino *Arduino Science Kit Physics Lab*. A *Google*, por sua vez, descontinua sua versão.

O próximo capítulo abordará as áreas da Física clássica adotadas no presente estudo.

4 A ÁREA DE ESTUDO NA FÍSICA

Neste capítulo serão abordados os conteúdos trabalhados no ensino de Física, com destaque para a área maior de pesquisa, denominada ondulatória e sua subárea a Acústica, descrevendo suas propriedades, características e equações. Para concluir, serão apresentados os instrumentos de ensino (de ondas e som) sugeridos para o estudo.

Inicialmente, a Física é dividida em três segmentos: física teórica, física experimental e física aplicada, conforme apresenta Präss:

A Física Teórica procura definir novas teorias que condensem o conhecimento advindo das experiências; também vai procurar formular as perguntas e os experimentos que permitam expandir o conhecimento.

A Física Experimental conduz experimentos capazes de validar ou não teorias científicas, ou mesmo corrigir aspectos defeituosos destas teorias.

A Física Aplicada trata do uso das teorias Físicas na vida cotidiana (PRÄSS, 2006, grifo nosso).

Em seguida, encontra-se uma segunda divisão, mais didática, composta entre a Física Clássica (FC) e a Física Moderna e Contemporânea (FMC) (QUADRO 7).

Quadro 7 - Áreas da Física Clássica

Física Clássica (FC)
• Mecânica: cinemática, dinâmica, estática, hidrostática e hidrodinâmica. • Termodinâmica clássica e termologia. • Eletrodinâmica clássica, eletrostática e eletromagnetismo. • Óptica. • Oscilações, ondulatória e acústica.

Fonte: Elaboração própria.

O estudo em questão possui como base a ondulatória e, em especial, a acústica, pertencentes à FC, por ser uma área que envolve não somente aspectos físicos (frequência, som e timbre), mas elementos históricos (origem das notas musicais), culturais (os pioneiros gregos, hindus, mesopotâmicos e asiáticos), biológicos (sons de mamíferos aquáticos, terrestres e voadores), geológicos (sons emitidos por abalos sísmicos), matemáticos (as relações matemáticas das notas musicais, modelos matemáticos para os sinais sonoros), geométricos (formas geométricas versus as frequências) e artísticos musicais (os instrumentos musicais, as orquestras e os corais). Também possui aspectos lógicos (a Teoria da Música,

escrita de partituras), de engenharia (eletrônica dos instrumentos sonoros, aparatos experimentais) e computacionais (desenvolvimento de *softwares* e *APPs*).

Por sua vez, a Acústica, dentro do ensino de Física, porta-se como conteúdo multidisciplinar, conectando elementos representativos de vários segmentos, do enfoque de ensino *STEM*, as atividades desenvolvidas no *Movimento Maker* e *Circuit Bending*¹².

Some-se a isso o percentual de questões abordadas no Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), como aponta levantamento realizado por Ilhéu (2019), em que a autora enumera oscilação, onda, óptica e radiação como conteúdos de maior relevância, bem como as questões que contemplem suas particularidades, tais como reflexões, refrações, lentes, espelhos e propagação de ondas. De modo equivalente, a análise dos microdados contidos na base de dados do Enem e do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) dos últimos três anos (PRÉ-VESTIBULAR, 2019) também indica resultados correlacionados (TABELA 1).

Tabela 1 - Conteúdos mais recorrentes ENEM: Física

	2016	2017	2018	Porcentagem
Ondulatória	4	4	3	25%
Circuito Elétrico	2	4	3	20%
Cinemática	2	1	1	9%
Calorimetria	2	1	1	9%
Trabalho e Energia	1	2	1	9%
Óptica	1	1	1	7%
Leis de Newton	1	1	1	7%
Magnetismo	1	-	1	5%
Hidrostática	1	-	1	3%
Torque	-	-	1	3%

Fonte: Pré-Vestibular (2019).

Revela-se, portando, no ensino de Física, a importância da Acústica não somente através de situações matematizadas e instrucionais, mas também a partir de aparatos sonoros desenvolvidos pelos próprios educandos, aproximando-os de forma apropriada aos conceitos físicos apresentados, conectado suas estruturas cognitivas ao aprendizado.

Nas duas próximas seções serão abordados os temas Ondulatória e Acústica.

¹² Terminologia que define o processo de customização criativa, aleatória e livre de circuitos contidos em brinquedos e sintetizadores digitais infantis fora de uso, adicionando efeitos sonoros. Reciclando e recriando, portanto um novo instrumento musical.

4.1 Ondulatória

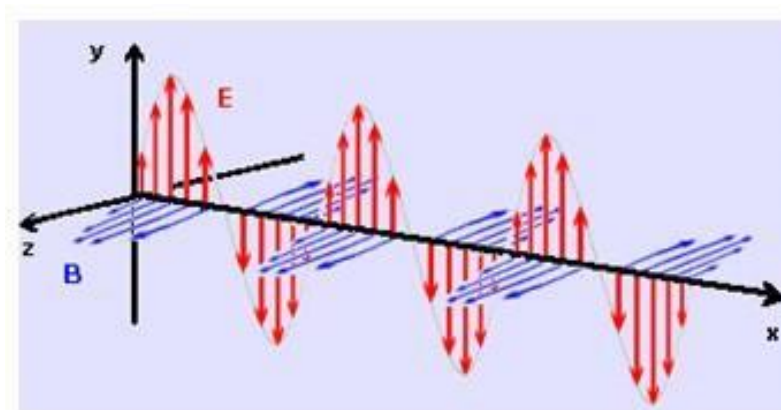
No conteúdo da Física, ondas são perturbações propagadas em um ambiente espacial ou noutro meio qualquer, seja líquido, sólido ou gasoso, possuindo, ainda, uma determinada velocidade, como encontrado em Young e Freedman (2008, p. 103). De forma mais abrangente, Nussenzveig (1999, p. 98) define: “Uma onda é qualquer sinal que se transmite de um ponto a outro de um meio (sic) com velocidade definida”. O segmento em que as propriedades de uma Onda são estudadas é denominado Ondulatória.

Dentro deste estudo pode-se categorizar ou classificar três componentes considerados básicos: a sua natureza, o direcionamento e a sua energia de difusão (ou propagação). No texto em que se segue são enumeradas as características científicas de uma Onda.

a) Quanto à sua Natureza, pode-se dividir em:

- I. Mecânica (aquela que precisa de um meio elástico para se propagar).
- II. Eletromagnética (viaja no vácuo, isto é, propagando-se até no vácuo) (FIGURA 14).
- III. Gravitacional.

Figura 14 - Ondas Eletromagnéticas



Fonte: Paula (2019).

b) Quanto à Vibração, podemos encontrar:

- I. Transversal (vibra na vertical e propaga na horizontal).
- II. Longitudinal (vibra e propaga paralelamente).

c) Com relação ao tipo de Propagação, temos:

- I. Unidimensional (a propagação ocorre em uma direção somente, por exemplo: as ondas que surgem do balançar de uma corda presa á uma haste).
- II. Bidimensional (ocorre em duas dimensões, por exemplo: as ondulações decorrentes após se jogar uma pedra na superfície de um lago).
- III. Tridimensional (ocorrendo em três dimensões, por exemplo: as ondas emitidas de uma antena de transmissão FM, AM ou UHF).

d) No que se refere aos Fenômenos ondulatórios:

I. Todos os tipos de ondas:

- Reflexão: uma onda atinge uma região e retorna com a mesma velocidade, frequência e comprimento de onda.
- Refração: mudança na velocidade, no comprimento de onda e na direção de propagação.
- Transmissão: a onda continua a se propagar no segundo meio e este se diz transparente a essa onda, ou seja, deixa-se atravessar por ela.
- Absorção: o segundo meio absorve a onda e se diz opaco à mesma.

II. Fênomeno físico:

- Ressonância: troca de energia em dois sistemas oscilantes com a mesma frequência.
- Difração: capacidade da onda de contornar obstáculos/fendas. Há necessidade do comprimento da onda ter um tamanho aproximado do valor comprimento da fenda.
- Interferência: no encontro de duas ondas de mesma fase ocorre uma interferência construtiva. Se as fases forem opostas, a interferência é destrutiva.

III. Somente para ondas transversais:

- Polarização: orientação de uma onda em uma única direção ou pelo plano através da passagem em um dado polarizador. Mudança no formato da onda.

IV. Efeito Doppler: ocorre com o deslocamento de onda em relação ao observador:

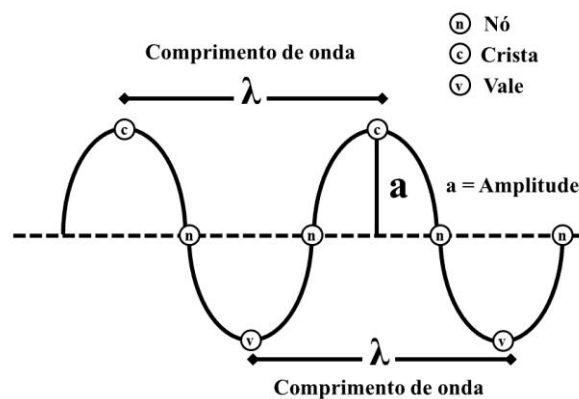
- Aproximando: a frequência aumenta.
- Afastamento: a frequência diminui.

e) Exemplos de ondas:

- I. Som: Mecânica, Longitudinal.
- II. Luz: Eletromagnética, Transversal.

Estruturalmente, uma onda se constitui por um conjunto de elementos (FIGURA 15). Cada componente porta a seguinte definição:

Figura 15 - Elementos de uma Onda I

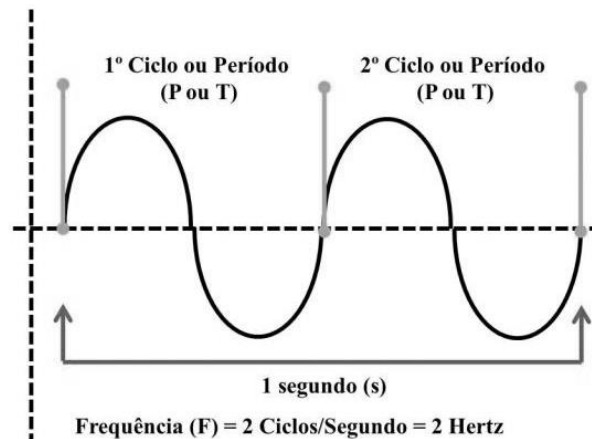


Fonte: Elaboração própria.

- a) Crista: ponto mais alto do ciclo, também denominada de pico, antinodo ou antinó.
- b) Nó: também denominado de nodo.
- c) Vale: ponto mais baixo de um ciclo.
- d) Comprimento de onda: distância entre dois picos, ou dois vales, ou dois nós. Corresponde a uma oscilação completa, com a formação de um vale e uma crista consecutiva.
- e) Amplitude da onda: corresponde à altura da crista ou a profundidade do vale.

A seguir, observa-se a representação do ciclo ou período e a relação com a unidade de medida Hertz (FIGURA 16).

Figura 16 - Elementos de uma Onda II



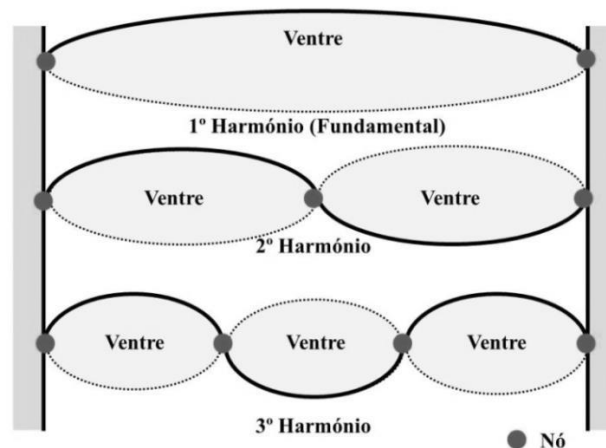
Fonte: Elaboração própria.

Por fim, tem-se o Harmônico, conforme Ribeiro designa:

Uma corda sonora pode emitir um conjunto de frequências denominado harmônico. Esses harmônicos são números inteiros de vezes da menor frequência que a corda pode emitir, denominada de 1º harmônico ou frequência fundamental [...] O número de ventres é igual ao número do harmônico emitido pela corda (RIBEIRO, 2019).

Em seguida a representação de três modelos de harmônicos (FIGURA 17).

Figura 17 - Elementos de uma Onda III



Fonte: Elaboração própria.

Matematicamente, obtém-se a equação fundamental da ondulatória através dos seguintes termos: V = velocidade (m/s), λ = comprimento de onda (m), f = frequência (Hz). Portanto, inicialmente se tem (EQUAÇÃO 1):

$$V = \lambda * f \quad (\text{Equação 1})$$

Sendo:

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde: $\lambda = \Delta S = V * \Delta t$, sendo $\Delta t = T$ (EQUAÇÃO 2).

Portanto na (EQUAÇÃO 3) tem-se:

$$V = \frac{\lambda}{T} \quad (\text{Equação 3})$$

Entretanto, para obter a frequência (f), também denominada frequência de onda, que corresponde à medida do somatório total de vibrações (oscilações) ocorridas em um determinado período de tempo, pode-se recorrer a quatro formas distintas, seja calculando:

a) Frequência através do comprimento de onda (EQUAÇÃO 4):

$$f = \frac{V}{\lambda} \quad (\text{Equação 4})$$

Onde λ = comprimento de onda e V = velocidade.

b) Frequência através das ondas eletromagnéticas no vácuo (EQUAÇÃO 5):

$$f = \frac{C}{\lambda} \quad (\text{Equação 5})$$

Onde C = velocidade da luz: $3.00 \cdot 10^{18}$ m/s.

c) Frequência através do tempo ou período (T) (EQUAÇÃO 6):

$$f = \frac{1}{T} \quad (\text{Equação 6})$$

d) Frequência através da frequência angular (ω) (EQUAÇÃO 7):

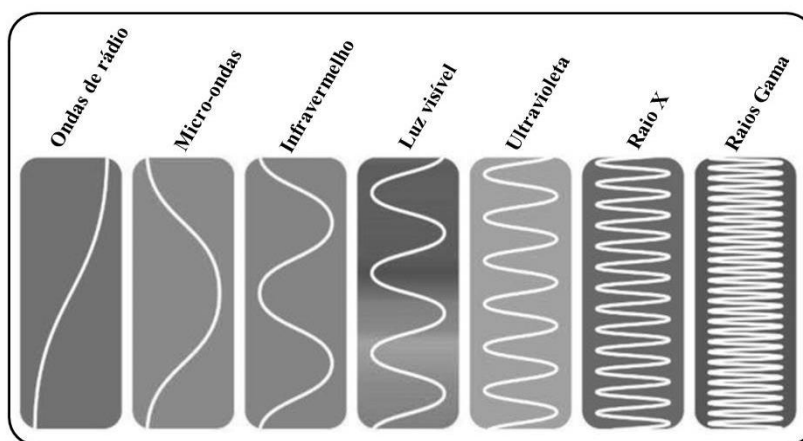
$$f = \frac{\omega}{2\pi} \quad (\text{Equação 7})$$

Dessa maneira, o estudo das ondas possui uma estrutura conceitual simplificada, porém, com um formalismo matemático inicialmente de moderada complexidade, adentrando, posteriormente, em modelos equacionados que permitem representar: ondas sísmicas (que se deslocam dentro do planeta Terra), ondas de compressão (que são ondas sonoras dentro de um tubo contendo algum tipo de fluido) e ondas de tensão tangencial, i.e., cisalhamento (em

que duas ondas se propagam em velocidades diferenciadas), dentre outras, como aponta Nussenzveig (1999, p. 99).

Por fim, tem-se o espectro eletromagnético, constituído pelo apanhado de todos os comprimentos de ondas detectáveis, com inúmeras aplicações científicas, medicinais, comerciais e culturais. Adiante, uma divisão didática do conjunto é ilustrada (FIGURA 18).

Figura 18 - Espectro Eletromagnético



Fonte: Hellerbrock (2019). Adaptada pelo autor.

Na ilustração observa-se os diferentes comprimentos de onda e suas denominações, em que cada uma é medida em: angstroms (Å), centímetros (cm) e frequência (Hz). Por exemplo:

- Onda de rádio: $> 10^9 \text{ Å}$, $> 10 \text{ cm}$, $\approx 9 \text{ Hz}$.
- Micro-ondas: $10^9 \text{ a } 10^6 \text{ Å}$, $10 \text{ a } 0,01 \text{ cm}$, $3 \times 10^9 \text{ a } 3 \times 10^{12} \text{ Hz}$.

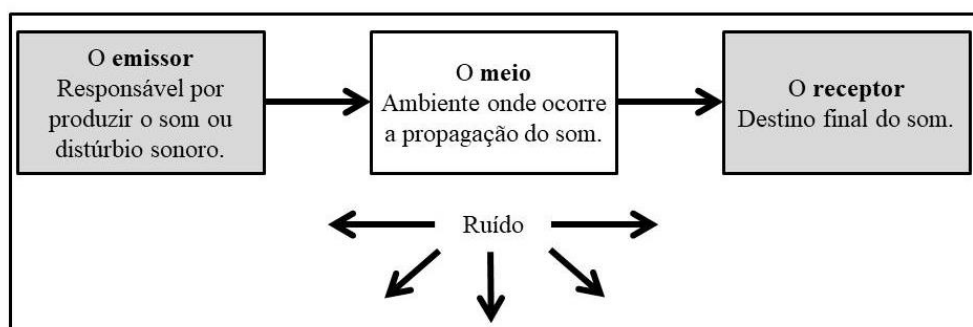
A presente pesquisa possui como foco o estudo dos chamados sons audíveis, entre 20 Hz e 20.000 Hz, aqueles que os seres humanos podem captar, compreendidos entre os infrassons e os ultrassons (BÔAS; DOCA; BISCUOLA, 2019; YOUNG; FREEDMAN, 2008, p. 140). Na próxima seção serão abordadas as características do som dentro da acústica.

4.2 Acústica

Nesta seção serão apresentados os elementos que constituem a Acústica, contudo, antes deve-se compreender: o que é o Som? Segundo definição sustentada por Lazzarini

(1998): “O som é uma qualidade perceptiva que é resultado da percepção de distúrbios das moléculas de um meio em um certo espaço de tempo. Esses distúrbios, por sua vez, apresentam-se em forma de ondas em sua propagação pelo meio”. Para que esse fenômeno sonoro venha a ocorrer são necessários três elementos: Emissor → Meio → Receptor (FIGURA 19).

Figura 19 - EMISSOR - MEIO - RECEPTOR



Fonte: Elaboração própria.

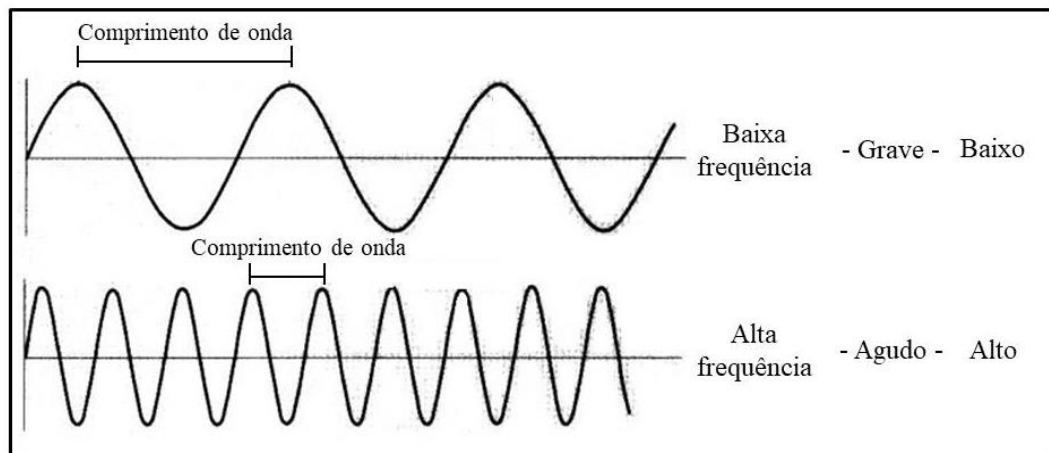
Importante assinalar que o meio pode influir na qualidade da propagação, ocasionado o ruído. Ademais, o meio pode ser constituído pelo ar, porém, pode ser um gás qualquer, um líquido ou uma substância sólida.

Portando, a Acústica, de acordo com Bôas, Doca e Biscuola (2019), é o ramo da Física que estuda as ondas ou distúrbios sonoros, sua composição, elementos, bem como seus fenômenos que podem surgir durante a sua transmissão. Dessa forma, os elementos que compõem a acústica, são: altura, intensidade e timbre.

- Altura ou tom: segundo Júnior, Ferraro e Soares (2005) e Bôas, Doca e Biscuola (2019, p. 268): “[...] é sensação de grave o agudo que ele provoca. Costuma-se dizer que um som de frequência [...] é mais alto (ou mais agudo) que outro de frequência mais [...] [baixa] (ou mais grave)”. Possui relação com comprimento da onda (FIGURA 20).
- Intensidade: segundo Júnior, Ferraro e Soares (2005) e Bôas, Doca e Biscuola (2019, p. 272): “[...] é quantidade de energia sonora que atravessa a unidade de área de uma superfície disposta [...]. [i.e.] é a potência sonora recebida [...]”. Tem relação com amplitude da onda (FIGURA 21).

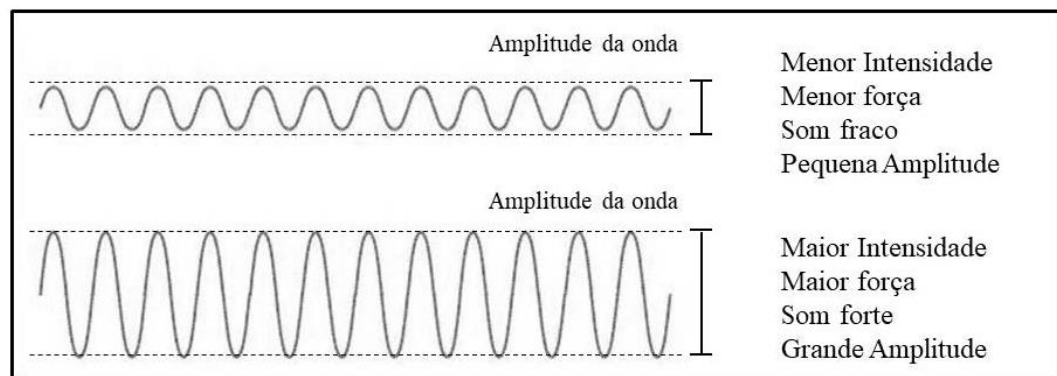
- Timbre: segundo Júnior, Ferraro e Soares (2005) e Izecksohn (2013): “[...] é a característica mais marcante do som, que distingue, por exemplo, a minha voz da sua, mesmo que estejamos cantando a mesma nota”. Tem relação com formato da onda (FIGURA 22).

Figura 20 - Altura do som



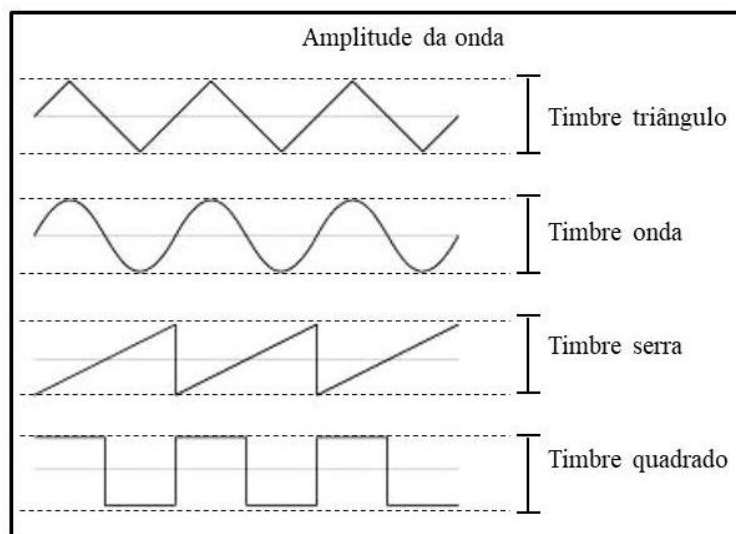
Fonte: Elaboração própria.

Figura 21 - Intensidade do som



Fonte: Elaboração própria.

Figura 22 - Timbre do som



Fonte: Elaboração própria.

Quanto à Velocidade, o som terá algumas características. A propagação seguirá a ordem: meio gasoso < meio líquido < meio sólido. Valores indicadores para os três estados são apresentados na (TABELA 2).

Tabela 2 - Velocidade de propagação do Som

Meio	Velocidade do som (m/s)
Ar (em 20°)	344
Hélio (em 20°)	999
Hidrogênio (20°)	1330
Mercúrio (20°)	1451
Água (0°)	1402
Água (20°)	1482
Água (100°)	1543
Chumbo	1960
Aço	5941
Alumínio	6420

Fone: Young e Freedman (2008, p. 147) e Halliday e Resnick (1991, p. 142).

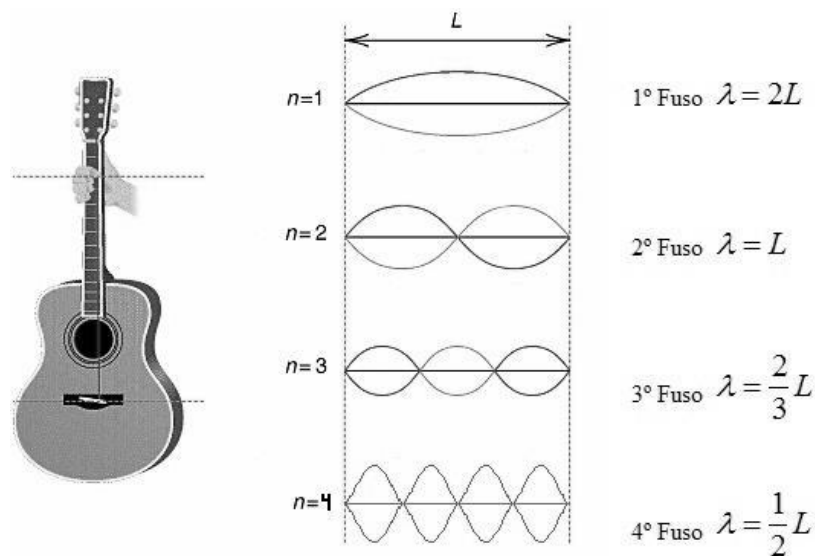
No que se refere à reflexão, o som possui as seguintes propriedades:

- Ecolocalização.
- Eco.
- Reverberação.
- Reforço.

Retornando à relação entre ondulatória e acústica, encontra-se o conceito sobre harmônica e seu elemento constituinte: o harmônico. O estudo sobre harmônicos é dividido em dois segmentos: tubos sonoros e cordas vibrantes.

- Cobras vibrantes: cada corpo possui um tipo particular de frequência, denominados de formas harmônicas. Por exemplo: quando são tocadas as cordas de um instrumento musical, a perturbação (o som) será propagada por toda a sua extensão. O som, quando chegar ao final da mesma, irá retornar (será refletido) sucessivas vezes (indo e voltando). Esse tipo de onda é denominada onda estacionária, como indicado em Júnior, Ferraro e Soares (2005). Os harmônicos são cada ventre (ou fuso) entre dois nós. Ilustra-se, a seguir, os quatro níveis e seus harmônicos (FIGURA 23).

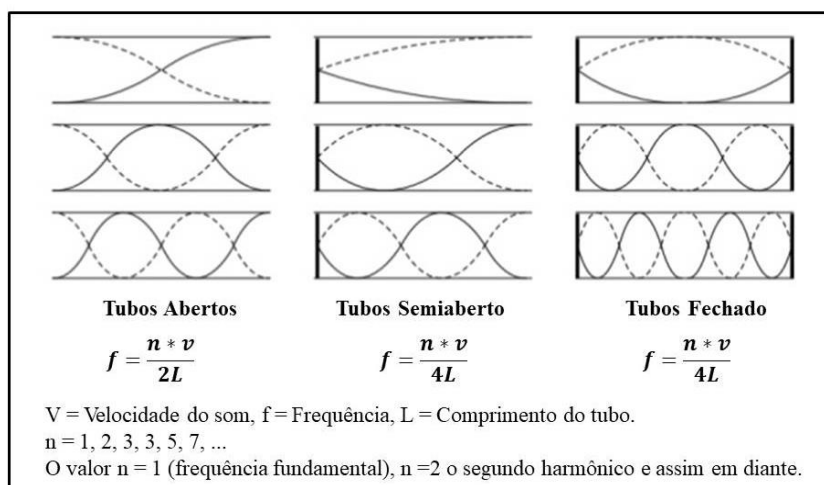
Figura 23 - Harmônicos em um violão



Fone: Carvalho (2019).

- Tubos sonoros: são tubos abertos, semiabertos ou fechados (nas extremidades), que possuem uma quantidade de ar ou gás. Quando certas frequências são “injetadas” em seu inteiro, os tubos vibram. Sendo, portando, o princípio de funcionamento dos instrumentos musicais. Contudo, molas e cordas apresentam semelhante efeito. Apresenta-se, adiante, harmônicos nos tubos, bem como as equações indicadas em Young e Freedman (2008, p. 155-156), Halliday e Resnick (1991, p. 148) e Júnior, Ferraro e Soares (2005, p. 146) (FIGURA 24).

Figura 24 - Tubos sonoros



Fonte: Elaboração própria.

4.3 Os instrumentos de onda e acústica

No estudo de Acústica, Oscilação e Onda se encontram um conjunto diversificado de instrumentos que servem para experimentações, laboratórios e/ou demonstrações científicas. Na pesquisa foram listados alguns equipamentos. Abaixo, segue todos os instrumentos/equipamentos que foram sugeridos para serem confeccionados na pesquisa.

1. Câmara anecóica: dispositivo para estudo das ondas sonoras em um ambiente de isolamento acústico.
2. Tubos sonoros: experimento para medir a velocidade do som em tubo sonoro.
3. Monorcórdio: antigo instrumento pitagórico utilizado para o estudo de vibrações em uma caixa.
4. Caixa amplificadora: simulacro de um alto-falante.
5. Vidroflauta: simulacro de tubo sonoro fechado.
6. Vidrofone: versão com frascos de vidro do instrumento musical xilofone.
7. Ressonância sonora: experimento de ressonância sonora em copos e taças de vidro.
8. Telefone de corda: instrumento para transmissão e captação do som através de meio sólido.

Nas próximas subseções serão apresentados, de forma resumida, cada um dos aparatos e seus objetivos.

4.3.1 Câmara anecóica

Utilizada para os seguintes conteúdos:

- Estudo sobre o silêncio.
- Refração sonora.
- Isolamento acústico em diferentes materiais.

Objetivos do experimento:

- Descrever conceitos acústicos (nível de Compreensão).
- Examinar aspectos acústicos sobre o silêncio (nível de Análise).
- Analisar características sobre refração sonora (nível de Análise).
- Empregar aparato para estudo de diferentes isolantes acústicos (nível de Aplicação).
- Comparar resultados obtidos (nível de Análise).

Material utilizado:

- Uma caixa (plástico ou papelão).
- Material para isolamento: isopor, jornal, esponja, caixa de ovos, flanela ou demais tecidos.
- App *Google Science Journal*.

Um exemplo de montagem é apresentado na (FIGURA 25). Detalhamentos da atividade no (APÊNDICE B - 1).

Figura 25 - Câmara anecóica



Fonte: Elaboração própria.

4.3.2 Tubos sonoros

Utilizado para os seguintes conteúdos:

- Determinar a velocidade do som no ar através da detecção da ressonância de ondas sonoras em um tubo aberto.

Objetivos do experimento:

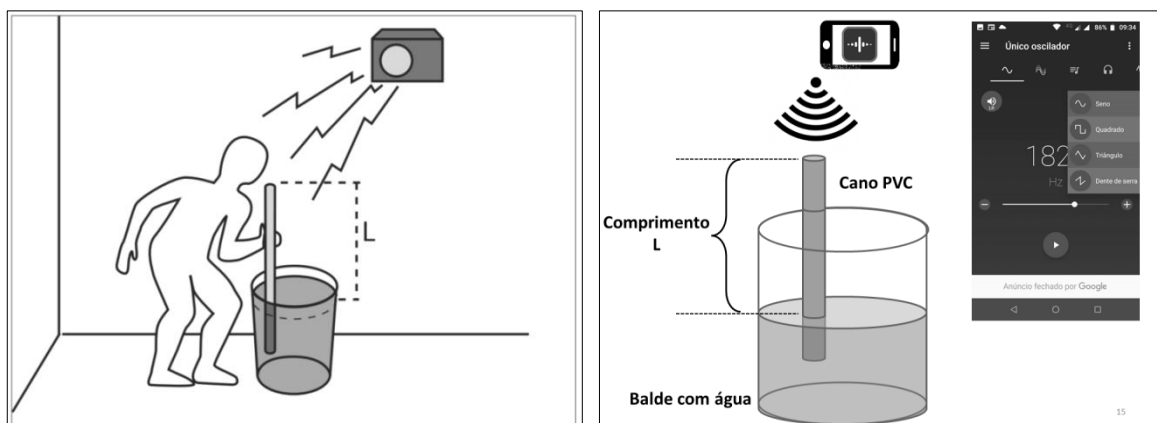
- Descrever conceitos acústicos (nível de Compreensão).
- Examinar o som através de um tubo sonoro (nível de Análise).
- Esquematizar experimento para medir velocidade do som (nível de Síntese).
- Comparar resultados obtidos (nível de Análise).

Material utilizado:

- Um *smartphone*.
- Gerador de frequência.
- Balde de água com altura mínima de 50 cm.
- 60 cm de cano PVC de 32 mm.

Um exemplo de montagem é apresentado na (FIGURA 26). Detalhamentos da atividade no (APÊNDICE B - 2).

Figura 26 - Experimento medindo a velocidade do Som



Fonte: Silva *et al.* (2005). Adaptada pelo autor.

4.3.3 Monorcórdio

Utilizado para os seguintes conteúdos:

- Instrumento de musical pitagórico.
- Densidade elástica das cordas na acústica.
- Frequências sonoras e o tensionamento de cordas.

Objetivos do experimento:

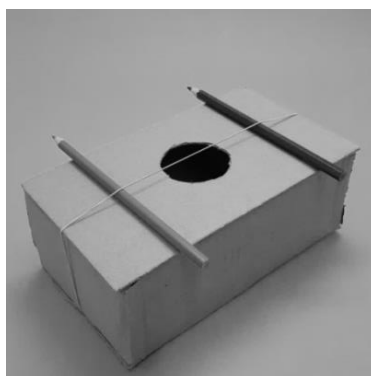
- Descrever conceitos acústicos (nível de Aompreensão).
- Examinar características acústicas em um monocórdio (nível de Análise).
- Empregar aparato para estudo de cordas e sonoridade (nível de Aplicação).
- Comparar resultados obtidos (nível de Análise).

Material utilizado:

- Uma caixa (plástico ou papelão).
- Elástico de borracha.
- Dois lápis.
- Um *smartphone*.
- App *Google Science Journal*.

Um exemplo de montagem é apresentado na (FIGURA 27). Detalhamentos da atividade no (APÊNDICE B - 3).

Figura 27 - Monorcórdio



Fonte: Elaboração própria.

4.3.4 Caixa amplificadora

Utilizado para os seguintes conteúdos:

- Estudo sobre altura e intensidade sonora.
- Aparato para ouvir o som mais forte ou mais fraco.
- Conhecer tipos diferentes de ondas sonoras.

Objetivos do experimento:

- Descrever conceitos acústicos (nível de Compreensão).
- Identificar som forte de um som fraco (nível de Compreensão).
- Examinar tipos diferentes de ondas (nível de Análise).
- Empregar aparato para estudo dos tipos de ondas sonoras (nível de Aplicação).
- Comparar resultados obtidos (nível de Análise).

Material utilizado:

- Dois copos de plásticos.
- Um tubo: papelão ou plástico.
- Dois *smartphones*.
- App *Google Science Journal*.
- App Gerador de frequência.

Um exemplo de montagem é apresentado na (FIGURA 28). Detalhamentos da atividade no (APÊNDICE B - 4).

Figura 28 - Caixa amplificadora



Fonte: Design Maker Play.

4.3.5 Vidroflauta

Utilizado para os seguintes conteúdos:

- Ondas sonoras em um tubo fechado.
- Harmônicos em uma garrafa.
- Alterações no meio (garrafa congelada).
- Refração sonora.

Objetivos do experimento:

- Descrever conceitos acústicos (nível de Compreensão).
- Diferenciar sons agudos e graves através de experimento (nível de Análise).
- Examinar ocorrência de refração com a onda de som (nível de Análise).
- Comparar resultados obtidos (nível de Análise).

Material utilizado:

- Três garrafas de vidro: pequena, média e grande.
- Um lápis.
- Jarra d'água.
- Sal de cozinha.
- Um *smartphone*.
- App *Google Science Journal*.

Um exemplo de montagem é apresentado na (FIGURA 29). Detalhamentos da atividade no (APÊNDICE B - 5).

Figura 29 - Vidroflauta



Fonte: Oer (2020). Adaptada pelo autor.

4.3.6 Vidrofone

Utilizado para os seguintes conteúdos:

- Notas musicais.
- Escala de notas.
- Sons graves e agudos.
- Densidade dos líquidos.

Objetivos do experimento:

- Descrever conceitos acústicos (nível de Compreensão).
- Identificar notas/tons musicais (nível de Compreensão).
- Examinar de forma experimental frequências sonoras (nível de Compreensão).
- Analisar a influência da densidade de líquidos nas frequências sonoras. (nível de Análise).
- Comparar resultados obtidos (nível de Análise).

Material utilizado:

- Uma caneta ou lápis.
- Sete frascos ou garrafas de vidro.
- Jarra d'água.
- Sal de cozinha.
- Um *smartphone*.
- App *Google Science Journal*.

Um exemplo de montagem é apresentado na (FIGURA 30). Detalhamentos da atividade no (APÊNDICE B - 6)

Figura 30 - Vidrofone



Fonte: Stavizki (2017).

4.3.7 Ressonância sonora

Utilizado para os seguintes conteúdos:

- Estudo sobre ressonância do som.
- Comportamento das ondas sonoras em diferentes estruturas e materiais.
- Ondas sonoras e a mudança de densidade do meio.

Objetivos do experimento:

- Descrever conceitos acústicos (nível de Compreensão).
- Examinar o som através de diferentes estruturas e materiais (nível de Análise).
- Esquematizar experimento sonoro (nível de Síntese).
- Comparar resultados obtidos (nível de Análise).

Material utilizado:

- Diferentes copos e taças.
- Um *smartphone*.
- App *Google Science Journal*.
- Um recipiente (bacia) que cubra a taça ou o copo.

Um exemplo de montagem é apresentado na (FIGURA 31). Detalhamentos da atividade no (APÊNDICE B - 7).

Figura 31 - Ressonância sonora



Fonte: Quartieri (2015)

4.3.8 Telefone de corda

Utilizado para os seguintes conteúdos:

- Sons graves, médios e agudos.
- Tonalidades da voz humana.
- Influência de diferentes meios materiais na transmissão sonora.
- Estudo das frequências.

Objetivos do experimento:

- Descrever conceitos acústicos (nível de Compreensão).
- Comparar diferentes meios e matérias na transmissão sonora (nível de Análise).
- Construir experimento para experimentação sonora (nível de Análise).
- Comparar resultados obtidos (nível de Análise).

Material utilizado:

- Dois copos de plásticos ou duas latas de metal.
- Dois clips de papel.
- Barbante, *nylon*, linha de tricô, linha de crochê, fio de metal fino.
- Dois *smartphones*.
- App *Google Science Journal*.
- App Gerador de frequência.

Um exemplo de montagem é apresentado na (FIGURA 32). Detalhamentos da atividade no (APÊNDICE B - 8).

Figura 32 - Telefone de corda



Fonte: Camp (SD).

Os projetos propostos para a pesquisa comumente foram previamente confeccionados com materiais de baixo custo, e testados por este pesquisador. Dessa forma, os componentes, organização das peças, ajustes e configuração do aplicativo utilizado, bem como a troca de materiais por outros de mais fácil aquisição, foram realizados antes de serem apresentados aos alunos. Para cada um dos experimentos foram executados testes de validação para captura dos sons, efeitos e fenômenos físicos esperados. Testes de segurança para proteção dos alunos e seus respectivos dispositivos móveis também foram efetuados.

Em conjunto aos experimentos, foram desenvolvidos os seguintes materiais instrucionais:

- Um modelo de documenteo denominado Matriz de Planejamento e Design Instrucional (Matriz PDI), conforme sugerido em Sales (2010, p. 87 e 189), (APÊNDICE C - 1), contendo: Objetivos, Contrato ou Acordo Didático (APÊNDICE C - 2), questões de Pré-teste e Pós-teste (APÊNDICE C - 3), Questionário de Satisfação (APÊNDICE C - 4), Questionário TDIC e *Maker* (APÊNDICE C - 5), configurações do ambiente, etc.
- Guia de instalação e configuração do aplicativo *Arduino Science Journal* (APÊNDICE D).
- Nota de aula detalhando a montagem, coleta e exportação dos dados (conforme anexos indicados em cada projeto).
- Apresentação de slides, com um resumo de cada experimento.
- Uma ficha de registro (em arquivo compartilhado) para relatar os resultados e observações encontradas (APÊNDICE E – 1 até APÊNDICE E – 8).
- Um vídeo tutorial demonstrativo para cada experimento.
- Uma nota de consultar contendo um resumo das equações utilizadas para os estudos dos dados (APÊNDICE F - 1 até APÊNDICE F - 4).
- Um vídeo tutorial sobre exportação de dados do aplicativo e importação e formatação dos dados em uma planilha eletrônica.

Assim sendo, no próximo capítulo serão detalhadas a metodologia da pesquisa e a metodologia de ensino, com os cenários da sequência didática adotada no âmbito do ER, um relato das ações de planejamento, organização e execução das aulas e a análise estática dos resultados obtidos.

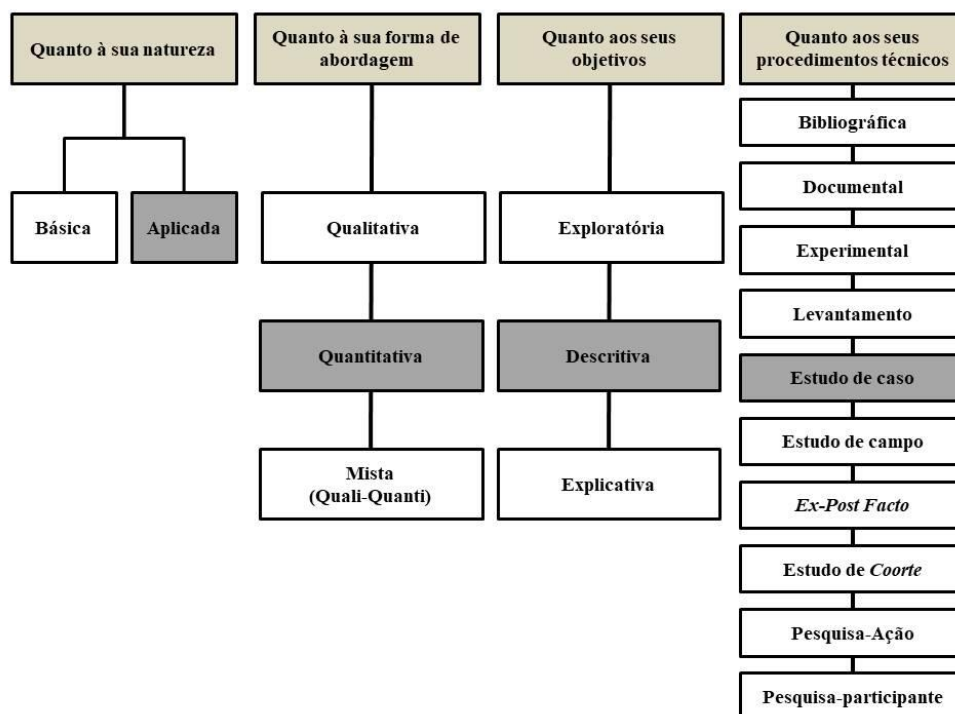
5 METODOLOGIA

O presente capítulo possui como finalidade a descrição dos métodos, o espaço de aplicação, a delimitação da área investigada, o tipo de pesquisa utilizada, as técnicas adotadas, os delineamentos necessários, os participantes da pesquisa e os mecanismos de coleta do estudo. Assim, de maneira didática, o capítulo encontra-se dividido em duas seções: a) Metodologia da pesquisa e b) Metodologia de ensino.

5.1 Metodologia de pesquisa

Nesta seção serão abordadas as estratégias adotadas na pesquisa. Contudo, Moreira (2018, p. 16) esclarece que: “[...] o fenômeno de interesse da pesquisa em ensino tem a ver com o ensino, aprendizagem, avaliação, currículo e contexto”. Dessa forma, seguindo a estrutura hierarquizada (FIGURA 33), indica-se descritivamente cada opção selecionada nos respectivos eixos diretores: natureza, abordagem, objetivos e procedimentos técnicos.

Figura 33 - Tipos de pesquisa



Fonte: Elaboração própria.

Assim, conforme o delineamento definido na ilustração, tem-se:

- a) Quanto à sua natureza, objetivou-se a geração de conhecimentos para aplicabilidade direta, assim como direcionados para resolução de problemáticas específicas de ensino.
- b) Quanto ao formato da abordagem, optou-se por uma análise quantitativa, por considerar que os tipos de dados coletados (antes, durante e depois) podem ser todos quantificados, i.e., todos os valores adquiridos podem ser convertidos em números, depois classificados/filtrados e, posteriormente, analisados. Devido à sua natureza, os dados podem ser compartilhados de maneira colaborativa (de imediato), servindo para posterior mineração de dados e base de consulta para outras pesquisas acadêmicas. Para tanto, métodos estatísticos como médias, porcentagens, coeficientes de correlação e demais análises foram aplicados.
- c) Quanto aos objetivos, definiu-se por descritiva, i.e., pois este procedimento se objetiva descrever as peculiaridades de uma população específica ou fenômeno ocorrido, ou ainda, correlacioná-los. Na investigação, questionários padronizados para coleta de dados foram aplicados periodicamente como elementos de *feedback* e análises contínuas (através de ferramentas e/ou relatórios *on-line*).
- d) Quanto aos procedimentos técnicos, a investigação adotou o modelo de estudo de caso. Houve um estudo sobre os objetivos traçados: aplicar uma sequência didática, em conjunto com o Ensino Remoto Emergencial (ERE), avaliar a influência do uso de metodologias ativas no ensino de Física e verificar a evolução dos conceitos ensinados aos alunos.

Ainda com relação ao estudo de caso, Yin (2015) classifica a abordagem de pesquisa em duas partes:

1. O estudo de caso é uma investigação empírica que: investiga um fenômeno contemporâneo (o “caso”) em profundidade e em seu mundo real, especialmente quando os limites entre fenômeno e contexto puderem não ser claramente evidentes.
2. A investigação do estudo de caso enfrenta a situação tecnicamente diferenciada em que existirão muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados, e, como resultado conta com múltiplas fontes de evidência, com dados precisando convergir de maneira triangular, e como outro resultado beneficia-se do desenvolvimento anterior das proposições teóricas para orientar a coleta e a análise de dados (YIN, 2015, p. 17-18).

Seguindo no *design* do estudo, Moreira (2011b, p. 128), citando Campell e Staley, indica três modelos de delineamento: delineamento não experimental, delineamento

experimental e delineamento quase-experimental. Na pesquisa foi adotado o modelo de delineamento experimental, do tipo 4, pois, conforme o autor explica, “[...] são aqueles em que se consegue controlar a maior parte, senão todas, as fontes de invalidades internas e externas” (MOREIRA, 2011b, p. 131).

O modelo tipo 4 segue a estrutura do (QUADRO 8), indicada em Moreira e Rosa (2007), em que: A (amostra selecionada aleatoriamente), O (uma observação) e X (um tratamento). Cada sequência (linha) indica o mesmo grupo de indivíduos (1) e (2). Uma observação: por conversão, quando dois ou mais dos indicadores (O e X) estiverem na mesma coluna, compreende-se que os eventos podem ocorrer ao mesmo tempo.

Quadro 8 - Formalismo de Campbell e Stanley

(1) A	O₁	X	O₂
(2) A	O₃		O₄

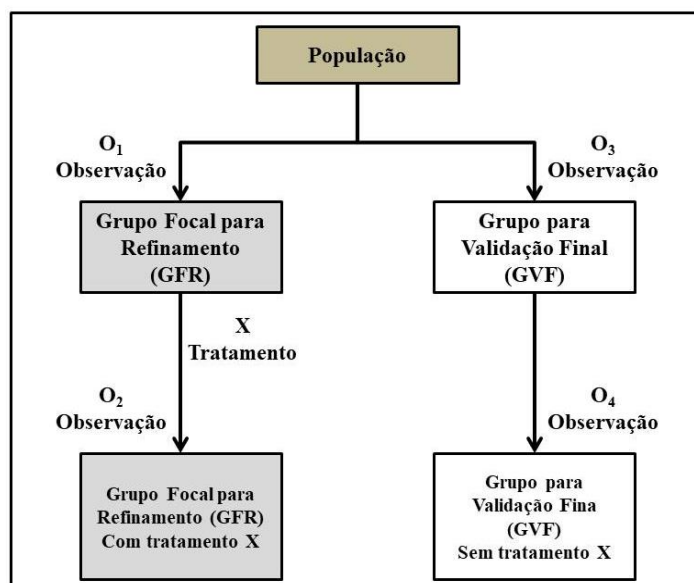
Fonte: Moreira e Rosa (2017, p. 41). Adaptação do autor.

Com base na estrutura formalizada acima, elaborou-se o diagrama, conforme (FIGURA 34), indicando os passos necessários:

- Aplica-se um pré-teste (Q-Pré) tanto no Grupo Focal Para Refinamento (GFR) quando do Grupo Para Validação Final (GVF) (APÊNDICE C - 3).
- Observam-se ambos os grupos (O₁ e O₃) antes da aplicação do tratamento (X) no grupo experimental.
- Aplica-se o tratamento (X) no GFR. Importante destacar que o GVF continuou com suas atividades sendo realizadas de forma “tradicional”, sem alteração em sua rotina de atividades. O GFR fez atividades diferenciadas das rotineiras.
- Aplica-se testes continuados (Q-For -1, Q-For -2, [...].], Q-For -15) nos dois grupos. Nesse momento o professor pode escolher entre somente uma ou várias avaliações.
- Observam-se ambos os grupos uma segunda vez (O₂ e O₄).
- Aplica-se um pós-teste (Q-Pós) (APÊNDICE C - 3) tanto no GFR quanto GVF. Em conjunto ao Q-Pós, é aplicado também um teste de satisfação (Q-Sat) (APÊNDICE C - 4).

Importante ressaltar a aleatoriedade inicial do processo, bem como o fato de ambos os testes, (Q-Pré e Q-Pós) serem iguais. Portanto, espera-se que ocorram evidentes diferenciações entre os resultados dos testes aplicados, favorecendo o efeito do tratamento (X).

Figura 34 – Delineamento da pesquisa (grupos)



Fonte: Elaboração própria.

Quanto ao tratamento (X), o mesmo é constituído por:

- montagem de aparatos experimentais para o ensino de Acústica, definidos para o grupo, seguindo as etapas da ABProj;
- preenchimento de relatório com resultado dos experimentos de Acústica;
- utilização de simuladores computacionais que permitam apropriação de novos conceitos sobre o tema abordado na pesquisa;
- apreciação de vídeos sobre oscilações, ondas e som.

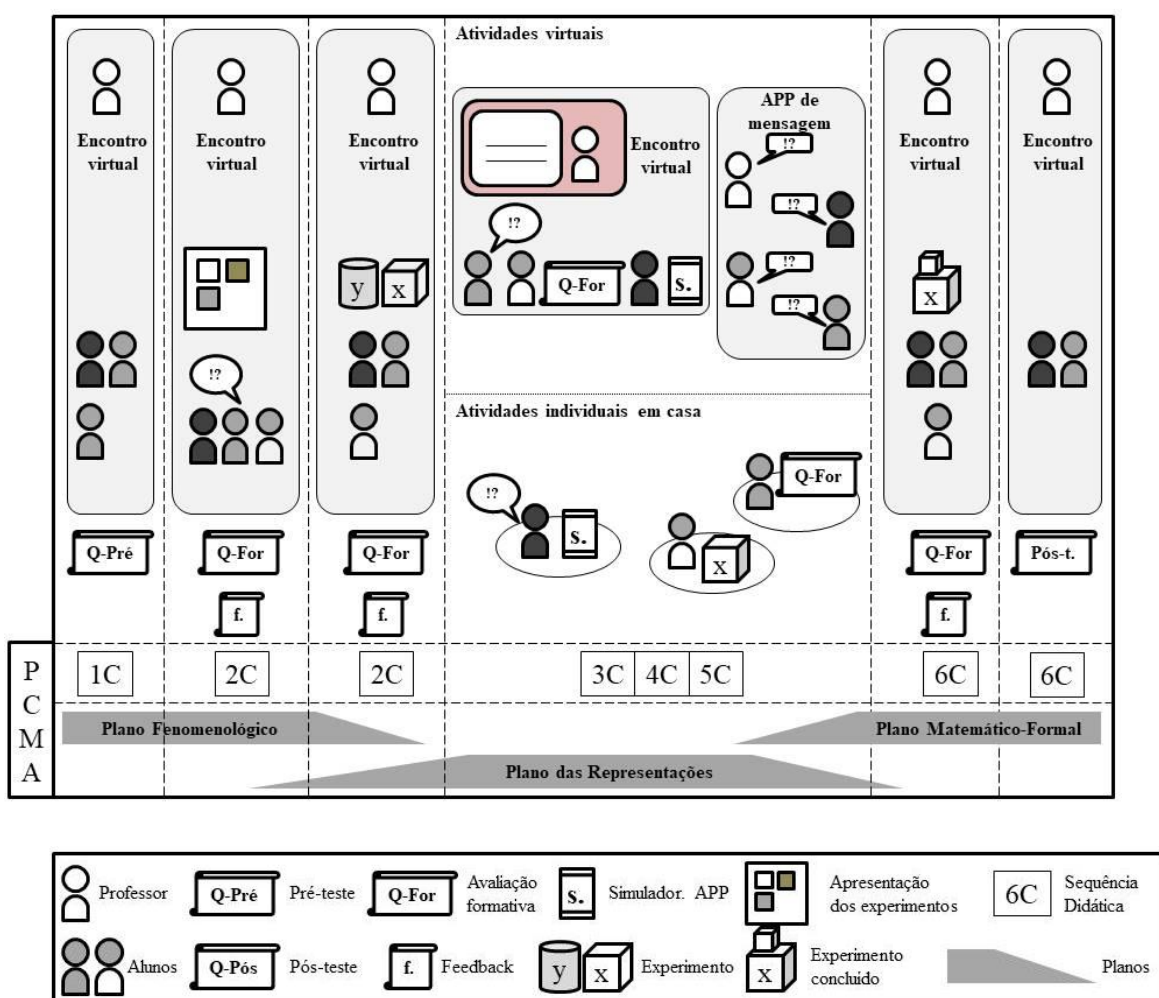
No estudo, definiu-se a população participante como sendo do nível de ensino técnico, sendo dois grupos independentes do Curso em Eletrotécnica do IFCE, campus Fortaleza, Ceará. Instituição federal que compreende alunos de ensino médio até pós-graduação. O GFR se constituiu de 11 alunos, enquanto o GVF por 26 alunos. Para a presente pesquisa submeteu-se um projeto de pesquisa ao Comitê de Ética no portal Plataforma Brasil, obtendo-se aprovação através do PARECER CONSUBSTANCIADO nº 4.613.535 (ANEXO A).

5.2 Metodologia de ensino

Na metodologia de ensino foram aplicadas as seis fases da sequência didática 6C/PCMA (como visto anteriormente) e as etapas da Metodologia Ativa: aprendizagem baseada em projetos. Uma proposta de cenário geral no âmbito do ERE para sequência didática é apresentada na (FIGURA 35), podendo ocorrer ajustes conforme a logística de aplicação e a disponibilidade dos espaços educacionais, assim como o roteiro adotado, ou ainda de acordo com a organização do planejamento de aula.

Extraídos da obra de Bender (2015) e do cenário geral, nas próximas subseções são apresentados um roteiro e a ações logísticas e tecnológicas do projeto de pesquisa.

Figura 35 – Cenário Geral



Fonte: Elaboração própria.

5.2.1 Roteiro do projeto

Tendo como base o exemplo descrito em Bender (2015), são apresentadas as etapas sugeridas pelo autor. Assinala-se que o texto segue todos os passos indicados na obra, em sua íntegra, entretanto, ocorrendo adaptações para a presente pesquisa (QUADRO 9).

Quadro 9 – Etapas em um projeto de ensino

1. Introdução e planejamento em equipe: a. Examinar a pergunta âncora e a reflexão sobre a questão motriz. b. Realizar <i>brainstorming</i> com os alunos sobre as questões de pesquisa especificadamente. c. Distribuir das tarefas aos grupos para a experiência. d. Estabelecer metas e desenvolver linhas do tempo. e. Fazer a divisão do trabalho sobre questões de pesquisa (cada aluno deverá ter um papel de trabalho). f. Atribuir artefatos e produtos necessários. 2. Fase de pesquisa inicial, aquisição de informações: a. <i>Webquest</i> complementar em laboratório. b. Examinar/identificar outras fontes: livros, jornais, revistas científicas, vídeos, etc. c. Aplicar minilições¹³ sobre tópicos específicos. d. Avaliar o formato das informações. 3. Criação, desenvolvimento, avaliação inicial da apresentação e de artefatos prototípicos: a. Desenvolver <i>storyboard</i>. b. Realizar curadoria de vídeos, imagens, etc. c. Desenvolver apresentações e artefatos prototípicos (iniciais). d. Avaliar em grupo os protótipos. e. Avaliar de maneira formativa dos protótipos. 4. Segunda fase de pesquisa: a. Pesquisar informações adicionais para desenvolver protótipos de forma mais complexa. b. Aplicar minilições sobre tópicos específicos. c. Revisar os protótipos, bem como os <i>storyboards</i> com novas informações coletadas. 5. Desenvolvimento de apresentação final: d. Revisão e acréscimos ao <i>storyboard</i>. e. Redigir <i>script</i>, gravar fala [sugere-se a criação de <i>podcasting</i>] ou vídeo para apresentação. 6. Publicação do produto ou dos artefatos: f. Avaliar a turma (talvez avaliação dos alunos). g. Publicar o projeto ou artefatos, através de canal midiático, <i>site</i>, <i>blog</i>, ou em periódico científico, amostra ou feiras tecnológicas.
--

Fonte: Bender (2015, p. 61).

No roteiro sugerido observa-se um detalhamento meticuloso, decorrente da própria metodologia, como aponta Buck (2008, p. 19):

¹³ Conforme Bender (2015, p. 48): “Uma minilições é uma lição em tópicos, bastante curta, na qual o professor ou um grupo de alunos apresenta uma instrução específica e direta sobre informações de que todos os grupos de ABP [sic] poderiam necessitar para completar seus projetos” (Grifo nosso).

[...] a ABP [sic] é um método de ensino rigoroso, relevante e envolvente que apóia [sic] investigações autênticas e aprendizagem autônoma dos alunos. Além de encorajar proficiência acadêmica e atender as metas [...] da educação, a ABP tem importantes benefícios para os alunos de hoje.

Na próxima subseção serão apresentados os passos para organização das atividades virtuais e reais (experimentos físicos).

5.2.2 Ações no projeto

Nesta subseção será relatada a experiência de organização, planejamento e aplicação de uma abordagem ativa de ensino na disciplina de Física, sobre o conteúdo de Ondulatória e Acústica, na modalidade de ERE, bem como o processo de condução didática, avaliação, acompanhamento e tecnologias empregadas.

O local virtual do projeto deu-se no IFCE – campus Fortaleza, através do AVA, Google Sala de Aula (*Google Classroom*). Sendo todos os encontros realizados de forma remota, tendo como suporte a plataforma de conferência virtual *Google Meet*. A cada semana foram realizados dois encontros de 1 hora e 45 minutos de duração.

Para tanto, os participantes possuíam contas institucionais individuais fornecidas pela instituição de ensino; que, dentre outras vantagens, pode-se apontar o acesso de uma variedade de recursos da plataforma *Google for Education*, tais como: *Google Drive* e *e-mail* de alta capacidade, canal da plataforma *You Tube*, versões atualizadas do *Google Meet* e do *Google Keep* (bloco para anotações), *Google Jamboard* (para desenhos e esboços compartilhados), além das ferramentas de escritório *G-Suite: Google Documentos, Google Planilhas* e *Google Apresentações*, bem como o *Google Sites* (para criação de páginas web).

Contudo, pode-se apontar como dificuldades: a baixa velocidade de conexão dos participantes, a impessoalidade virtual, isto é, os alunos durante todo o curso raramente ligavam suas câmeras, causando certo desconforto pela falta de contato visual entre o professor e os participantes, porém, justifica-se o comportamento por deixar a conexão mais rápida e, por vezes, a baixa capacidade de processamento dos dispositivos móveis dos alunos. Entretanto, no contexto de pandemia a instituição forneceu *chips* de telefonia e dispositivos móveis.

5.2.3 Conteúdo programático

Para a organização do conteúdo ministrado como primeiro passo, verificou-se o Programa de Unidade Didática (PUD) da disciplina que contém em sua estrutura: a ementa, os objetivos, divisão do conteúdo, bibliografia indicada, cronograma das aulas, quantidade de horas aulas e a abordagem avaliativa (ANEXO B). Com base no PUD, o conteúdo programático foi remodelado de forma que houvesse soluções digitais e virtuais para cada item indicado no plano.

Iniciou-se uma pesquisa de páginas na *web* sobre física que servissem de suporte para o ensino, que culminou na escolha dos seguintes *sites*:

- Brasil Escola – Física¹⁴.
- Só Física¹⁵.
- Alunos *On-line* – Física¹⁶.
- Mundo Educação – Física¹⁷.
- Portal São Francisco – Física¹⁸.

Seguiu-se com o desenvolvimento do material de ensino em forma de notas de aulas (no formato de arquivo PDF), assim como apresentações de *slides* no formato *MS-PowerPoint* (do pacote *MS-Office*) e apresentações (do *G-Suite* da empresa *Google*), abordando respectivamente os conteúdos definidos no PUD.

Concluída essa etapa, deu-se início a um levantamento de ferramentas e ambientes de emulação e simulação. Chegando-se aos seguintes portais de simuladores:

- PhET da Universidade Colorado (EUA)¹⁹.
- Física na Escola, do professor da Morávia (República Tcheca), Vladimír Vaščák²⁰.
- *Chrome Music Lab*, uma iniciativa da empresa *Google* (EUA)²¹.

¹⁴ Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica>. Acesso em: 10 fev. 2021.

¹⁵ Disponível em: <https://www.sofisica.com.br/>. Acesso em: 10 fev. 2021.

¹⁶ Disponível em: <https://alunosonline.uol.com.br/fisica>. Acesso em: 10 fev. 2021.

¹⁷ Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica>. Acesso em: 10 fev. 2021.

¹⁸ Disponível em: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/categoria/fisica>. Acesso em: 10 fev. 2021.

¹⁹ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/>. Acesso em: 10 fev. 2021.

²⁰ Disponível em: <https://www.vascak.cz/physicsanimations.php>. Acesso em: 10 fev. 2021.

²¹ Disponível em: <https://musiclab.chromeexperiments.com/>. Acesso em: 10 fev. 2021).

- VirtualLab (Brasil)²².
- Ideias na Caixa (Brasil)²³.
- LabVirt da USP (Brasil)²⁴.

Somente foram selecionadas as páginas que possuíam como suporte a linguagem *HTML5*, pois as mesmas poderiam ser acessadas via *web* e/ou dispositivos móveis (*tablets*, *smartphones*). Portanto, os seguintes *sites* pesquisados foram descartados: VirtualLab, Ideias na Caixa e LabVirt. Importante ressaltar que nos simuladores do portal *PhET* apenas aqueles com suporte na linguagem *HTML5* foram indicados, sendo desconsiderados os demais que utilizavam outras linguagens para o desenvolvimento dos simuladores (*Java* e *Flash*). O portal *PhET* foi o mais explorado na pesquisa, seguindo pelo *Chrome Music Lab* e depois o Física na Escola, do professor Vladimír Vašćák

Em seguida, realizou-se um terceiro levantamento referente aos APPs para dispositivos móveis com suporte nos sistemas operacionais *Android* (*Google*) e *IOS* (*Apple*), conforme resultados obtidos através de um questionário denominado: Questionário TDIC Maker (APÊNDICE C - 5). Na seleção foram destacados os seguintes APPs:

- *Google Science Journal* (da empresa *Google*).
- *Arduino Science Journal* (da Fundação *Arduino*).
- *Phyphox* (da *RWTH Aachen University*).
- *Physics Toolbox Sensor Suite* (da empresa *Vieyra Software*).
- Gerador de Frequências (da empresa *Hoel Boedec*).

Um conjunto de testes foi executado, de forma que corroborassem com os projetos e experimentações propostas para os alunos no decorrer das aulas.

Ademais, foram excluídos do planejamento os ambientes, aplicativos ou *softwares* para computadores e *notebooks* que necessitassem de *download* e/ou instalação local, bem como aqueles que exigissem, de forma obrigatória, os sistemas operacionais *Windows* (*Microsoft*), *Linux* ou *IOS* (*Apple*). Tal exclusão significou que apenas soluções *web* e *mobiles* seriam aceitas. Programas em linguagem *Flash* e *Applets* na linguagem *Java* também foram

²² Disponível em: <http://virtuallab.pearson.com.br/Laboratorios/Fisica>. Acesso em: 10 fev. 2021.

²³ Disponível em: <http://www.ideiasnacaixa.com/>. Acesso em: 10 fev. 2021.

²⁴ Disponível em: <http://www.labvirt.fe.usp.br/>. Acesso em: 10 fev. 2021).

desconsiderados. Assinala-se que as soluções encontradas deveriam funcionar no navegador *Google Chrome*, por permitir melhor integração ao AVA utilizado com os alunos.

Na próxima etapa, ainda tomando como referencial o conteúdo programático, executou-se uma curadoria de videoaulas no *site You Tube*, foram selecionados os seguintes canais:

- Pura Física²⁵.
- Brasil Escola²⁶.
- Aprenda Física com o Prof. Cesar Staudinger²⁷.
- Scientia TV²⁸.

Foram totalizados sessenta e quatro vídeos catalogados somente para Acústica e Ondulatória. Em um segundo momento, procedeu-se a audição de cada aula, identificando-se o título, conteúdo abordado, tempo de duração, endereço na *Internet* e existência de resoluções de questões. Posteriormente à audição, dividiram-se os vídeos entre os dois conteúdos de Física. Contudo, ao final do processo de classificação, somente o canal Pura Física foi destacado para o suporte didático das aulas remotas.

Em um terceiro passo se efetuou a decupagem²⁹ de cada aula do canal escolhido e, paralela ou concomitantemente, foram criados formulários avaliativos no modelo disponível na plataforma *Google Sala de Aula*: Tarefa com Teste, contendo cinco questões em cada formulário, perfazendo um total de 15 questionários, estes sendo denominados de Teste Formativo (Q-For).

As perguntas contidas nos formulários foram formatadas em três modelos: caixas de seleção (para múltiplas escolhas), múltiplas escolhas (para somente uma resposta) e grade múltiplas escolhas (para somente um resposta em uma tabela). Para cada pergunta foi associado o valor de 1 (um) ponto. Configurou-se a obrigatoriedade das respostas, a aleatoriedade dos itens, que somente alunos com *e-mail* institucional poderiam responder os questionários (inserindo seus *e-mails*), bem como só haveria uma tentativa de resposta. Optou-se por não deixar barra de progresso, não visualização das respostas, tanto corretas

²⁵ Disponível em: <https://www.youtube.com/user/aTORREbrasil>. Acesso em: 10 fev. 2021.

²⁶ Disponível em: <https://www.youtube.com/channel/UCsgHWN8lYveMUEWTDheTjZA>. Acesso em: 10 fev. 2021.

²⁷ Disponível em: <https://www.youtube.com/user/cesarstaudinger>. Acesso em: 10 fev. 2021.

²⁸ Disponível em: <https://www.youtube.com/user/SciTVBr>. Acesso em: 10 fev. 2021).

²⁹ A palavra vem do francês *découpage* (do verbo *découper*, que significa recortar). Na pesquisa se efetuou a separação dos conteúdos em cada minuto e segundo.

como erradas, bloqueio de edição do formulário e não recebimento via *e-mail* do questionário respondido, exclui-se a funcionalidade “embaralhamento” das questões, pois já ocorria o aspecto “embaralhamento” por itens de uma pergunta.

Um questionário para o levantamento dos recursos TDIC e materiais de baixo custo (garrafa de vidro, frasco de plástico, barbante, taças e copos, canos PVC, balde d’água, isopor, caixa de papelão, elástico de borracha, sal de cozinha, etc.) foi aplicado. No questionário foi perguntado sobre os tipos de dispositivos móveis utilizados pelos alunos, seus sistemas operacionais, o acesso aos materiais de baixo custo e instrumentos musicais, bem como sobre a conectividade doméstica. Através dos resultados obtidos efetuou-se o aprimoramento e reavaliação das ferramentas, aplicativos e experimentações propostas.

Para o Teste de Satisfação (Q-Sat) foram pesquisados dois tipos ou modelos de escalas de avaliação: a Escala Diferencial Semântica (SDS) e a Escala Likert. Optou-se por utilizar a Escala Likert para avaliar quatro pontos do curso: concordância, frequência, importância e probabilidade, dos procedimentos adotados, da condução e da postura dos educadores, do uso das ferramentas digitais e da adoção de uma sequência didática, assim como da aplicação de uma Metodologia Ativa.

Nos questionários Pré-teste (Q-Pré) e Pós-teste (Q-Pós) aplicou-se, respectivamente, no primeiro e no último encontro com os alunos. Cada questionário se constituiu de 20 questões conceituais. No primeiro, foram coletadas informações sobre os conhecimentos prévios, e o segundo, verifica-se a evolução dos mesmos conhecimentos.

5.2.4 Projetos experimentais e material didático

Seguiu-se, então, a prototipação dos experimentos físicos de ondulatória e acústica (dos quais os alunos deveriam realizar as construções e experimentações em casa), verificando-se componentes utilizados e possíveis materiais substitutos, viabilidade da execução e procedimentos para coleta de dados. Foram criados 13 experimentos pelo pesquisador, dos quais somente os seguintes foram selecionados ou validados: caixa anecoica, caixa amplificadora, monorcórdio, telefone de corda, ressonância, tubos sonoros, vidrofauta e vidrofone. Foram descartados: exploração sonora, sonar, reflexão sonora, choque de ondas e efeito *Doppler*. O primeiro experimento excluído não consistia em uma atividade de física, somente foi desenvolvido para que os alunos compreendessem as funcionalidades e os recursos que o *APP Google Science Journal* disponibilizava para as duas áreas de estudo.

Dessa forma, finalizados os projetos, foram criados os seguintes materiais referentes aos experimentos:

- notas de aulas com os passos e as devidas etapas para aquisição dos dados;
- apresentação em *slides* com procedimentos em formato resumido;
- ficha em forma de relatório para o registro dos dados.

Posteriormente, todo o material foi postado no ambiente Google Sala de Aula da disciplina. Simultaneamente, foram desenvolvidos guias para o *APP Google Science Journal*.

Após as etapas descritas, preencheu-se em uma Matriz DI (Desenho Instrucional) o *layout* sequencial, a distribuição e a ordenação do material produzido: nota de aula, relatório de experimento, guia de aplicativo, questionário avaliativo, questionário de consulta, questionário de satisfação, configuração dos questionários, apresentações de conteúdos, apresentações de experimentos resumidas e videoaulas.

5.2.5 Integração com a sequência didática

Concluída as etapas de desenvolvimento, curadoria e organização, iniciou-se a integração com a sequência didática adotada e a sua aplicação em um modelo de ERE. Na (FIGURA 35) é apresentado o cenário idealizado para a sequência, o diagrama apresenta o percurso metodológico, as fases da sequência didática, os planos referentes às fases, a distribuição dos questionários aplicados e a dinâmica de encontros remotos semanais, assim sendo, aplicou-se a estrutura da seguinte forma.

No primeiro encontro ocorreu a acolhida dos alunos, apresentação dos professores, a exibição do Contrato ou Acordo Didático, o ajuste nas contas institucionais, a apresentação dos conteúdos que serão trabalhados, as ferramentas digitais indicadas e o formato das avaliações. Inicialmente, também se aplicou um Pré-teste para coletar os conhecimentos prévios dos alunos, conforme preconiza a sequência 6C/PCMA. Portanto, a primeira aula constituiu-se de maior duração.

Nas etapas seguintes foram explanados os conteúdos e as propostas de projetos apresentados de forma intercalada, isto é, na primeira metade da aula era exibido o material teórico auxiliado por simuladores, na metade seguinte se explicava o experimento que deveria

ser confeccionado, finalizando o conteúdo teórico com aplicação de um questionário formativo.

A comunicação entre os alunos e os professores era realizada através do aplicativo *WhatsApp* em grupo criado para disciplina. Sendo fluido e significativo o contato, e, por vezes, sendo o principal o canal de tira-dúvidas, dicas e *feedbacks*. Os demais comentários eram postados no Mural Virtual da plataforma *Google Sala de Aula*, bem como nos encontros virtuais semanais.

Durante as aulas foram utilizados os seguintes OA para demonstra e examinar os fenômenos estudados:

- o simulador PhET: através dos seguintes simuladores de som e ondas: Simulado SOM (*Sound*), Simulador Ondas Introdução (*Waves Intro*), Simulador Onda em Corda (*Wave on a String*) e Simulador Interferência de Onda (*Wave Interference*);
- o *Chrome Music Lab*, nas opções: Ondas Sonora (*Sound Waves*), Harmônicos (*Harmonics*) e Cordas (*Strings*);
- site Física na Escola Som (*Sound*), Reflexões das Ondas dos limites (*Reflection of Waves from Boundaries*), Ondas (*Wave*) e Ressonância (*Resonance*).

Os OAs indicados foram distribuídos conforme os conteúdos indicados no Conteúdo Programático, contudo, houve ocorrência de repetição, pois determinados OAs prestavam-se para mais de uma demonstração.

Intercalados aos conteúdos, os alunos foram instruídos e motivados a realizarem os experimentos, os quais foram construídos em suas próprias residências, utilizando, para tanto, a abordagem de projetos. Instruções sobre as montagens/confecção dos aparatos foram repassadas, bem como os APPs necessários para aquisição e compartilhamento dos dados. Cada aluno, portanto, deveria, após as experimentações, registrar em relatório individual seus resultados e impressões.

Ademais, sobre a logística descrita, segundo Silva, Castro e Sales (2018) argumentam que os cenários estabelecidos devem coexistir simpaticamente com as boas práticas de ensino. Os autores ainda afirmam que:

[...] cabe ao professor elaborar situações onde a utilização destes recursos esteja integrada a práticas pedagógicas adequadas, a fim de não perpetuar o senso comum de que inserir ferramentas tecnológicas em sala implica, por si só, em uma evolução no aprendizado dos alunos (SILVA; CASTRO; SALES, 2018, p. 7).

Por fim, através da metodologia da pesquisa e da metodologia de ensino apresentadas, o presente estudo sugere que o ensino de Física seja realizado de forma mais (inov)ativa; que a simples memorização de formulações e equações deixe de ser o principal foco dos conteúdos estudados. Entretanto, não se sugere a abolição do formalismo matemático, pelo contrário, o mesmo faz parte da sequência didática adotada, porém, que ocorram intercalações teórico-prático-reflexivas, que oportunizem um significado prático, quiçá científico e crítico, tanto do educando quanto do educador daquele saber estudado.

5.3 Questionários aplicados na pesquisa e análise dos resultados

Na composição do cenário de ensino, que compreende a sequência didática, a Metodologia Ativa e o uso de tecnologias digitais, aplicaram-se quatro vetores avaliativos, constituídos por três conjuntos e/ou grupos distintos de questionários no formato virtual (formulários *on-line*), e um quantitativo de entregáveis, isto é, tarefas feitas e entregues, definidas conforme listagem abaixo:

1. Quantidade de trabalhos entregues (formulários e relatórios).
2. Questionários de Pré-testes (Q-Pré) e Pós-testes (Q-Pós).
3. Questionários Formativos (Q-For).
4. Questionário de Satisfação e/ou Avaliação (Q-Sat).

5.3.1 Quantidade de trabalhos entregues (formulários e relatórios)

No primeiro grupo tem-se o somatório matemático dos trabalhos entregues pelos alunos, sendo o Grupo Focal para Refinamento (GFR), formado por questionários, bem como pelos relatórios dos experimentos propostos nos (APÊNDICE E – 1, APÊNDICE E – 2, APÊNDICE E – 3, APÊNDICE E – 4, APÊNDICE E – 5, APÊNDICE E – 6, APÊNDICE E – 7, APÊNDICE E – 8), e o Grupo para Validação Final (GVF), que só foram somadas as quantidades correspondentes aos questionários entregues, não ocorrendo relatórios. Uma síntese dos valores dos dois grupos é apresentada no (QUADRO 10).

Quadro 10 – Atividades entregues por grupo

Atividades	GFR	GVF
Total de atividades propostas	243	456
Total de atividades realizadas	190	422
Total de atividades não realizadas	53	34
Média da turma por atividade	7,8	9,3

Fonte: Elaboração própria.

Importante assinalar que a média da turma por atividade refere-se à média do somatório de todas as notas das atividades entregues pelos alunos.

Observando os resultados através de um viés somente quantitativo, em que se tem apenas a *nota do aluno* equivalente à *quantidade de trabalhos e/ou tarefa realizadas*, pode-se avaliar que a primeira turma não obteve bons resultados, como visto no (QUADRO 10), cenário visivelmente diferente da segunda turma, conforme o (QUADRO 11). Contudo, no decorrer das demais análises é possível reavaliar esse diagnóstico inicial.

É necessário ressaltar que o modelo *atividade entregue = ponto recebido* é uma prática comum em diversas instituições de ensino, indiferentemente do segmento educacional. Nesta pesquisa não se intenciona refutar esse modelo de avaliação ou até mesmo criticá-lo, sobretudo porque o mesmo também é contemplado no estudo. Contudo, traçar o perfil de um aluno ou de um grupo de alunos somente através desse instrumento representa uma prática com limitações. Todavia, através de um recorte é possível observar a quantidade de educandos engajados nas atividades propostas, dessa forma, professores, gestores e pesquisadores podem reorganizar ou remodelar práticas e ações de ensino, introduzindo outros modelos avaliativos, tais como: autoavaliação, portfólio ou, até mesmo, um *podcasting*, sem deixar de lado os demais aqui apresentados, integrando-os ao processo avaliativo.

Quadro 12 – Quantitativo de atividades entregues grupo GVF

	Questionário pré-teste				Questionário TDIC, Maker				Questionário pós-teste				Questionário de Satisfação				Questionário 1	Questionário 2	Questionário 3	Física - Ondas: definição e classificação das ondas	Física - Ondas: propriedades das ondas	Física - Ondas: reflexão de um pulso de onda	Física - Ondas: refração de um pulso de onda	Física - Ondas: interferência e Princípio da Superposição	Física - Ondas: difração	Física - ondas: ondas estacionárias em uma corda	Física - Ondas e som: ondas sonoras 1	Física - Ondas e som: ondas sonoras 2	Física - Ondas e som: ondas sonoras 3	Física - Ondas e som: ondas sonoras 4	Física - Ondas e som: eco e reverberação	Total de atividades realizadas
Aluno 1	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	19
Aluno 2	Ok	Ok	Ok	-	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	18
Aluno 3	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	19
Aluno 4	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	19
Aluno 5	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	19
Aluno 6	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	17
Aluno 7	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	19
Aluno 8	Ok	Ok	-	-	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	12
Aluno 9	Ok	Ok	-	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	18
Aluno 10	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	16
Aluno 11	-	-	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	16
Aluno 12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Aluno 13	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	19
Aluno 14	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	19
Aluno 15	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	18
Aluno 16	-	-	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	17
Aluno 17	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	19
Aluno 18	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	19
Aluno 19	Ok	-	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	-	-	Ok	Ok	16
Aluno 20	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	-	-	15
Aluno 21	Ok	Ok	Ok	-	Ok	Ok	-	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	-	Ok	16
Aluno 22	Ok	Ok	Ok	-	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	18
Aluno 23	Ok	Ok	-	-	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	17
Aluno 24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Aluno 25	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	18
Aluno 26	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	19

Fonte: Elaboração própria.

Dessa forma, a pesquisa foi empreendida utilizando um leque de instrumentos estatísticos para verificar as diferenças pormenorizadas entre os dois grupos de alunos estudados.

5.3.2 Questionários de Pré-testes (Q-Pré) e Pós-testes (Q-Pós)

O segundo grupo é constituído pelos questionários de Pré-teste (Q-Pré) e Pós-teste (Q-Pós), contento cada teste um total de 10 questões com 5 opções de resposta para cada pergunta. Os dois questionários foram aplicados com as mesmas perguntas, escolha que permitiu verificar a ocorrência de ganhos ou perdas entre erros e acertos.

Como instrumento de averiguação, aplicou-se a formulação denominada Ganho de Hake, conforme identificado nos estudos de Coelho (2018), Quibao *et al.* (2019), Barros e De Jesus (2019) e Hake (1997, p. 65), em que este último definiu a seguinte notação para o cálculo de ganho, conforme a (EQUAÇÃO 8):

$$\langle g \rangle \equiv \% \langle G \rangle / \% \langle G \rangle_{max} = (\% \langle S_f \rangle - \% \langle S_i \rangle) / (100 - \% \langle S_i \rangle) \quad (\text{Equação 8})$$

Assim, S_f representa o Pós-teste e o S_i representa o Pré-teste, contudo, em artigos mais recentes, tem-se a seguinte formulação simplificada, de acordo com a (EQUAÇÃO 9):

$$g = \frac{\%pós - \%pré}{100 - \%pré} \quad (\text{Equação 9})$$

Sendo $\%pós$ a representação em percentual de acertos dos pós-testes e o $\%pré$ o percentual de acertos nos pré-testes. Ainda em Hatch (2014), tem-se no (QUADRO 13) os índices estipulados pelo pesquisador com os seus respectivos indicativos de ganhos.

Quadro 13 – Índice g para Ganho de HAKE

Nível	Índice
Alto ganho	Para turmas com $g \geq 0,7$
Médio ganho	Para turmas com $0,7 > g \geq 0,3$
Baixo ganho	Para turmas com $g < 0,3$

Fonte: Hake (1997, p. 65). Adaptada pelo autor.

Dessa forma, aplicando-se a proposição no Grupo Focal para Refinamento (GFR) se obteve os seguintes resultados, de acordo com o (QUADRO 14).

Quadro 14 – Ganho de HAKE para GFR

Questionário	Quantidade de alunos	Total de questões	Total de acertos	% de acertos
(Q-Pré)	9	90	64	71,11
(Q-Pós)	5	50	46	92,00

Fonte: Elaboração própria.

O Ganho de Hake obtido com o GFR foi igual a $g = 0,723077$. Portanto, um valor definido como alto ganho. A mesma análise foi aplicada ao Grupo para Validação Final (GVF), em que se obtiveram os seguintes resultados, conforme o (QUADRO 15).

Quadro 15 – Ganho de HAKE para GVF

Questionário	Quantidade de alunos	Total de questões	Total de acertos	% de acertos
(Q-Pré)	22	220	173	78,64
(Q-Pós)	21	221	180	85,71

Fonte: Elaboração própria.

O Ganho de Hake calculado com o GVF foi igual a $g = 0,331307$. Portanto, um valor definido como médio ganho. Na avaliação dos resultados, observa-se que o tratamento aplicado no grupo GFR resultou em ganho considerável com relação ao GVF, sendo percentualmente de 45,81% a diferença entre os dois grupos.

Ainda no âmbito do segundo grupo de questionários, observou-se, também, a diferença entre os valores das médias gerais das duas turmas. Nesse ponto, o percentual resultante reflete com mais clareza o efeito da abordagem adotada, como apresentado no (QUADRO 16). Para calcular a variação percentual entre as duas médias gerais, adotou-se a seguinte formulação, como vista na (EQUAÇÃO 10):

$$\text{variação percentual} = (VF/VI - 1) * 100 \quad (\text{Equação 10})$$

Em que VF diz respeito ao valor final, ao passo que VI representa o valor inicial. Na pesquisa constatou-se um valor *negativo* para o grupo GVF, corroborando com a análise referente ao Ganho de Hake, de acordo com o (QUADRO 16).

Quadro 16 - Etapas em um projeto de ensino

Questionário	Média Geral GFR	Média Geral GVF	Diferença %
(Q-Pré)	7,11	7,86	10,55
(Q-Pós)	9,20	8,57	-6,85

Fonte: Elaboração própria.

5.3.3 Questionários Formativos (Q-For)

No terceiro grupo de questionários, aqueles denominados Questionários Formativos (Q-For) contidos na pesquisa, que compreendem um total de 15 formulários virtuais, foram aplicados quatro níveis de análises:

- a) nível (a): verificação de fidedignidades dos dados;
- b) nível (b): testes para verificar a normalização dos dados;
- c) nível (c): análise de correlação amostral;
- d) nível (d): teste para verificar o nível de significância dos dados.

Testes do nível (a)

No primeiro nível foram aplicados testes para verificar o Índice de Fidedignidade dos instrumentos utilizados, nesse caso os próprios questionários. Foram escolhidas duas abordagens: o Teste Alpha de Cronbach (α de Cronbach) e o Teste Kuder-Richardson (K-R). Segundo Maroco e Garcia-Marques relatam:

L. J. Cronbach publica, em 1951, um artigo quase enciclopédico onde discute os problemas associados à estimação da consistência interna de uma escala ou teste e as propostas de outros autores para o seu cálculo. Neste artigo seminal, Cronbach considerando as derivações anteriores de Kuder-Richarson e Guttman, e [...] formaliza uma proposta de estimativa de consistência interna a partir das variâncias dos itens e dos totais do teste por sujeito, que ficou conhecida como o índice “alfa” de Cronbach (MAROCO; GARCIA-MARQUES, 2006, p. 72)

A formulação sugerida pelo estudioso é indicada na (EQUAÇÃO 11):

$$\alpha = \frac{k}{k-1} * \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^k S_j^2}{S_T^2} \right) \quad (\text{Equação 11})$$

Ainda de acordo com Maroco e Garcia-Marques (2006), dois pesquisadores, Kuder e Richardson, trabalharam para resolver o problema da fiabilidade com a seguinte proposta:

Kuder e Richardson (1937) tentaram clarificar a dispersão dos cálculos da consistência provocados pela multiplicidade de modos de divisão do teste em partes paralelas e propuseram dois índices que se distinguiram como medida de consistência interna: KR 20 e KR21 (MAROCO; GARCIA-MARQUES, 2006, p. 72).

A formulação KR 20, sugerida pelos dois pesquisadores, é indicada na (EQUAÇÃO 12), e adotada nesta pesquisa:

$$KR_{20} = \frac{k}{k-1} * \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^k P_j Q_j}{S_T^2} \right) \quad (\text{Equação 12})$$

Estabelecidos os testes, posteriormente os dados dos dois grupos foram extraídos do AVA *Google Sala de Aula (Google Classroom)*, e formatados em planilha eletrônica.

Administrou-se, por conseguinte, cada um dos testes com o intuito de uma dupla verificação dos dados, ocorrendo, portanto, para o GFR os resultados apresentados no (QUADRO 17), enquanto no (QUADRO 18) se encontram os valores para o GVF. Em ambos os casos os valores dos questionários foram comparados paralelamente. Ademais, Landis e Kock (2017) estabeleceram o seguinte nível de consistência interna, conforme a (TABELA 3). Dessa forma, foram aplicados os respectivos índices para os dois testes.

Tabela 3 – Índices para Alpha de Crobach

Valor de Alfa	Consistência Interna
< 0,00	Pequeno
0,00 – 0,20	Leve
0,21 – 0,40	Razoável
0,41 – 0,60	Moderado
0,61 – 0,80	Substância
0,81 – 1,00	Quase perfeito

Fonte: Landis e Kock (1997, p. 165). Traduzida e adaptada pelo autor.

Quadro 17 – Alpha de Crobach e KR-20 para GFR

(Continua)

Questionário	Alpha de Cronbach	Consistência Interna	Kuder-Richardson	Consistência Interna
Q-1	0,741721854	Substância	0,794839956	Substância
Q-2	0,694444444	Substância	0,763888889	Substância
Q-3	0,870056497	Quase perfeito	0,907132768	Quase perfeito
Q-4	0,760714286	Substância	0,815625	Quase perfeito

(Conclusão)

Questionário	Alpha de Cronbach	Consistência Interna	Kuder-Richardson	Consistência Interna
Q-5	0,211267606	Razoável	0,341109155	Razoável
Q-6	0,838235294	Quase perfeito	0,883455882	Quase perfeito
Q-7	0,727864583	Substância	0,772298177	Substância
Q-8	0,669291339	Substância	0,741879921	Substância
Q-9	0,285714286	Razoável	0,416666667	Moderado
Q-10	0,688976378	Substância	0,759104331	Substância
Q-11	-0,384615385	Pequeno	-0,180288462	Pequeno
Q-12	0,865419875	Quase perfeito	0,89613128	Quase perfeito
Q-13	0,555555556	Moderado	0,632716049	Substância
Q-14	0,37037037	Razoável	0,458333333	Moderado
Q-15	0,85106383	Quase perfeito	0,908054711	Quase perfeito

Fonte: Elaboração própria.

Utilizando-se da (TABELA 3) e tomando como referência somente o Teste α de Cronbach, do (QUADRO 17), é possível analisar os resultados e extrair as seguintes informações, conforme a (TABELA 4).

Tabela 4 – Alpha de Cronbach Q-For grupo GFR

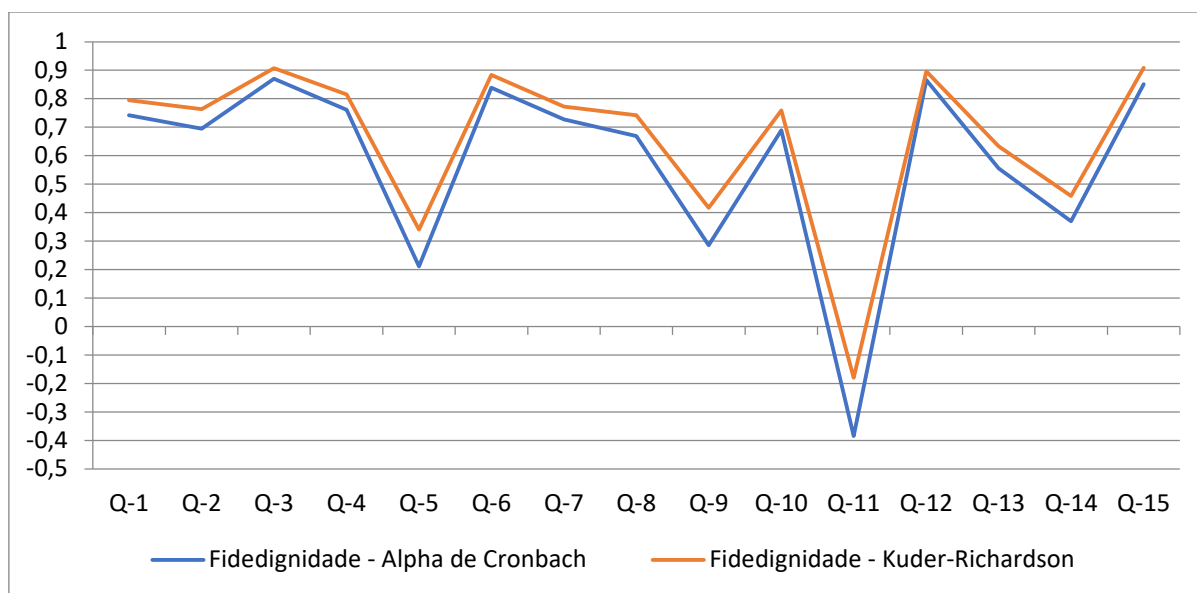
Consistência Interna	Questionários
Pequeno	Q-11
Leve	-
Razoável	Q-5, Q-9, Q-14
Moderado	Q-13
Substância	Q-1, Q-2, Q-4, Q-7, Q-8, Q-10
Quase perfeito	Q-3, Q-6, Q-12, Q-15

Fonte: Elaboração própria.

Para o GFR ocorreu um maior número de questionários com Substância e Quase Perfeito, índice de significância, novamente indicando um reflexo positivo do tratamento

adotado. O (GRÁFICO 1) possibilita, ainda, uma visualização da dupla verificação, nele se observa a variação em par dos dois testes de fidedignidades.

Gráfico 1 – Fidedignidade grupo GFR



Fonte: Elaboração própria.

Quadro 18 – Alpha de Cronbach e KR-20 para GVF

(Continua)

Questionário	Alpha de Cronbach	Consistência Interna	Kuder-Richardson	Consistência Interna
1	0,736574746	Substância	0,755274395	Substância
2	0,631443299	Substância	0,659559513	Substância
3	0,676666667	Substância	0,701166667	Substância
4	0,337536372	Razoável	0,373472357	Razoável
5	0,633169935	Substância	0,659988633	Substância
6	0,671052632	Substância	0,695095694	Substância
7	0,786077236	Substância	0,798462907	Substância
8	0,397727273	Razoável	0,438311688	Moderado
9	0,610644258	Substância	0,640756303	Substância
10	0,60515873	Moderado	0,633195307	Substância
11	0,511363636	Moderado	0,546536797	Moderado

(Conclusão)

Questionário	Alpha de Cronbach	Consistência Interna	Kuder-Richardson	Consistência Interna
12	0,511363636	Moderado	0,546536797	Moderado
13	0,21875	Razoável	0,26171875	Razoável
14	0,534682081	Moderado	0,564486994	Moderado
15	0,588624339	Moderado	0,617379802	Substância

Fonte: Elaboração própria.

Novamente utilizando a tabela 3 e tomando-se somente o Teste α de Cronbach do (QUADRO 18) como teste de referência, tabularam-se as seguintes informações da segunda turma, conforme a (TABELA 5).

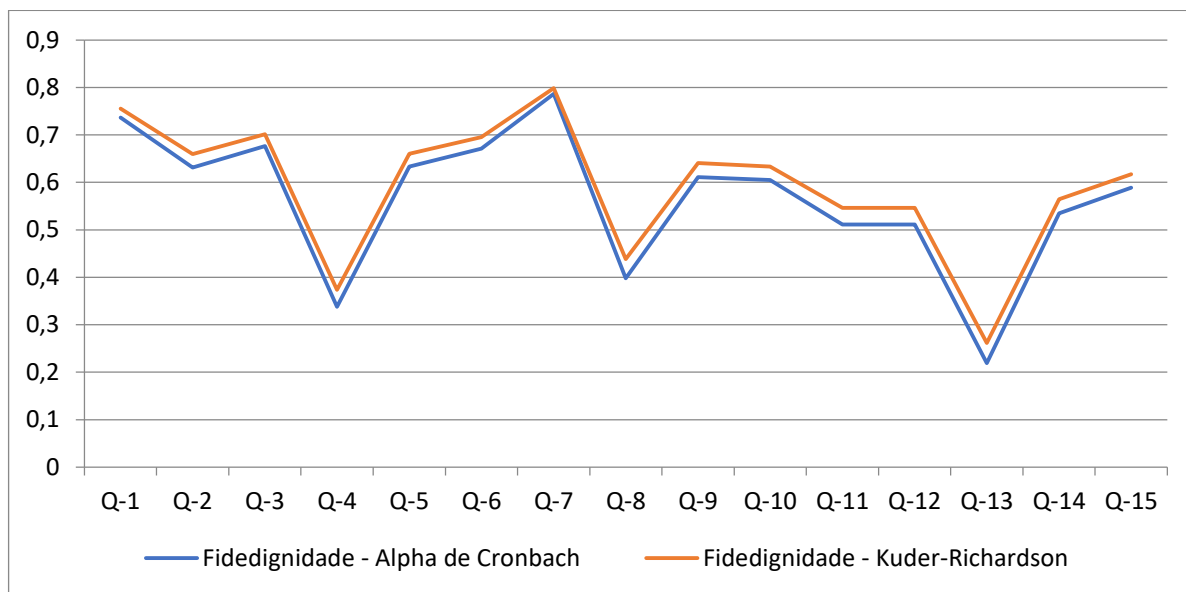
Tabela 5 – Alpha de Cronbach Q-For grupo GVF

Consistência Interna	Questionários
Pequeno	-
Leve	-
Razoável	Q-4, Q-8, Q-13
Moderado	Q-10, Q-11, Q-12, Q-14, Q-15
Substância	Q-1, Q-2, Q-3, Q-5, Q-6, Q-7, Q-9
Quase perfeito	-

Fonte: Elaboração própria.

Para o GVF ocorreu uma quantidade considerável de questionários com o índice Moderado e Substância, sinalizando que o segundo grupo se mostrou desfavorável com relação ao primeiro. O (GRÁFICO 2) permite a visualização da dupla verificação dos dois testes na segunda turma.

Gráfico 2 - Fidedignidade grupo GVF



Fonte: Elaboração própria.

Testes do nível (b)

Neste nível foi aplicado um conjunto de testes para verificação se os dados dos Questionários Formativos (Q-For) possuíam aderência à Distribuição Normal (ou Distribuição Gaussiana). Para tanto, foram utilizados os seguintes testes:

- teste Shapiro-Wilk (SW);
- teste Anderson-Darling (AD);
- teste Lilliefors (LIL);
- teste Shapiro-Francia (JF);
- teste Cramer-von Mises (CM).

Os dados uma vez formatados e tabulados em uma planilha eletrônica (APÊNDICE G – 1), bem como em arquivos no formato de *script* foram posteriormente importados para dentro do ambiente de análise estatística denominado Linguagem R. Sendo o R, um *software* livre e de domínio público para computação matemática e estatística, disponível para as plataformas *Windows*, *MacOS*, *Unix* e *Linux*. Desenvolvido em 1995 por pesquisadores da Universidade de Auckland, na Nova Zelândia, e advindo da Linguagem S. Ressalta-se ainda

que antes da definição da Linguagem R, como ambiente de análise da pesquisa, optou-se por testar os seguintes programas: *Octave*, *SPSS* e a linguagem *Python*.

Seguiu-se, então, a execução das instruções do conjunto de testes listados, em que foram aplicadas e manipuladas as seguintes funções do ambiente R: *ad.test()*, *lillie.test()*, *sf.test()* e *cvm.test()*, correspondentes respectivamente ao Teste Anderson-Darling, Teste Lilliefors, Teste Shapiro-Francia e Teste Cramer-von Mises dos (APÊNDICE G – 2, APÊNDICE G – 3, APÊNDICE G – 4, APÊNDICE G – 5) . Tais funcionalidades são encontradas no pacote '*nortest*', por fim, o Teste Shapiro-Wilk com a na função denominada *shapiro.test()* ver (APÊNDICE G – 6), do pacote nativo, isto é, já integrado à plataforma R, '*stats*' . Todos os dados foram submetidos à análise, sendo apresentados os resultados no (QUADRO 19) para o grupo GFR e o (QUADRO 20) para o grupo GVF. .

Quadro 19 – Teste de Normalização para o GFR

Teste	P-value (Notação científica)	P-value (Notação decimal)
Shapiro-Wilk	3.358e-07	0.0000003358
Anderson-Darling	1.261e-08	0.00000001261
Lilliefors	2.914e-07	0.0000002914
Shapiro-Francia	3.758e-06	0.000003758
Cramer-von Mises	2.547e-06	0.000002547

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 20 – Teste de Normalização para o GVF

Teste	P-value (Notação científica)	P-value (Notação decimal)
Shapiro-Wilk	1.408e-13	0.0000000000001408
Anderson-Darling	< 2.2e-16	0.00000000000000022
Lilliefors	< 2.2e-16	0.00000000000000022
Shapiro-Francia	9.436e-12	0.000000000009436
Cramer-von Mises	7.37e-10	0.00000000737

Fonte: Elaboração própria.

Portanto, ao analisar o quadro acima e considerando que resultados com valor p-value $\geq 0,05$ descrevem uma Distribuição Normal, conclui-se que todos os testes apontam que os dados das amostras não pertencem a uma distribuição normal, sendo classificados como dados

não parametrizados ou não normalizados. Pontua-se que o Teste Jarque-Bera foi aquele que mais próximo chegou do valor esperado.

Testes do nível (c)

No terceiro nível de análise verificou-se o coeficiente de correlação entre os dois grupos de amostras. Conforme sugerem Normando, Tjäderhane e Quintão (2010), selecionou-se as seguintes provas de correlação amostral:

- Correlação de Spearman.
- Correlação de Kendall.

Ambos os testes foram executados utilizando o ambiente da Linguagem R, portando os dados foram formatados e guardados em arquivo de *script* dentro da plataforma (APÊNDICE G - 7). Para execução utilizou-se a função *cor.test()*, indicando o método *method = "spearman"* e *method = "kendall"* ver (APÊNDICE G – 8), correspondentes à Correlação de Spearman e a Correlação de Kendall. Tais funcionalidades são encontradas nos pacotes '*dplyr*' e '*rstatix*' (APÊNDICE G – 9).

A Correlação de Spearman é comumente utilizada em amostras que não perfazem uma Distribuição Normal. Assim como a Correlação de Kendall é recomendada para situações de empates, no caso específico da pesquisa há várias ocorrências de notas iguais entre ambos os grupos. Ademais, a Correlação de Kendall, sendo mais conservadora que a Correção de Spearman, permite uma reverificação ou convalidação. No (QUADRO 21) são exibidos os resultados obtidos.

Quadro 21 – Testes de Correlação

Coeficiente de Correlação	P-value
Correlação de Spearman	0.005319
Correlação de Kendall	0.006552

Fonte: Elaboração própria.

Considerando valor $p\text{-value} \geq 0,05$, constatou-se que em ambos os testes não ocorreram nenhum indicativo de correlação. Os dois grupos, de forma efetiva, apresentam independência estatística.

Testes do nível (d)

No quarto nível deu-se continuidade à análise dos dados, tendo-se o seguinte panorama:

- a) valores de aderência/significância apontam que os dados não descrevem uma Distribuição Gaussiana;
- b) dados são ordinais;
- c) amostras independentes e não pareadas;
- d) forte indício de dados não paramétricos.

Desse modo, foram definidas duas hipóteses:

- H_0 ou hipótese nula: inicialmente não existe diferença estatística entre o desempenho do GFR e o desempenho do GFV.
- H_1 ou hipótese alternativa: inicialmente existe diferença estatística entre o desempenho do GFR e o desempenho do GFV.

Estabelecidas as duas hipóteses, e verificando as características dos dados, aplicou-se o seguinte teste:

- Teste U de Mann-Whitney, Wilcoxon rank-sum test (teste da soma dos postos de Wilcoxon).

O U de Mann-Whitney é um típico teste que utiliza somente duas amostras, isto é, K amostras independentes, em que os dados devem possuir um nível de mensuração ordinal. Nesta pesquisa considerou-se $K = 2$. Os dados foram armazenados em arquivo de *script* e novamente inseridos para o ambiente de programação Linguagem R. Para execução do teste foi utilizada a função *wilcox.test()*, contida nos pacotes estatísticos '*dplyr*' e '*rstatix*' ver

(APÊNDICE G – 10). Após a administração do teste se obteve o seguinte sumário de dados, conforme o (QUADRO 22).

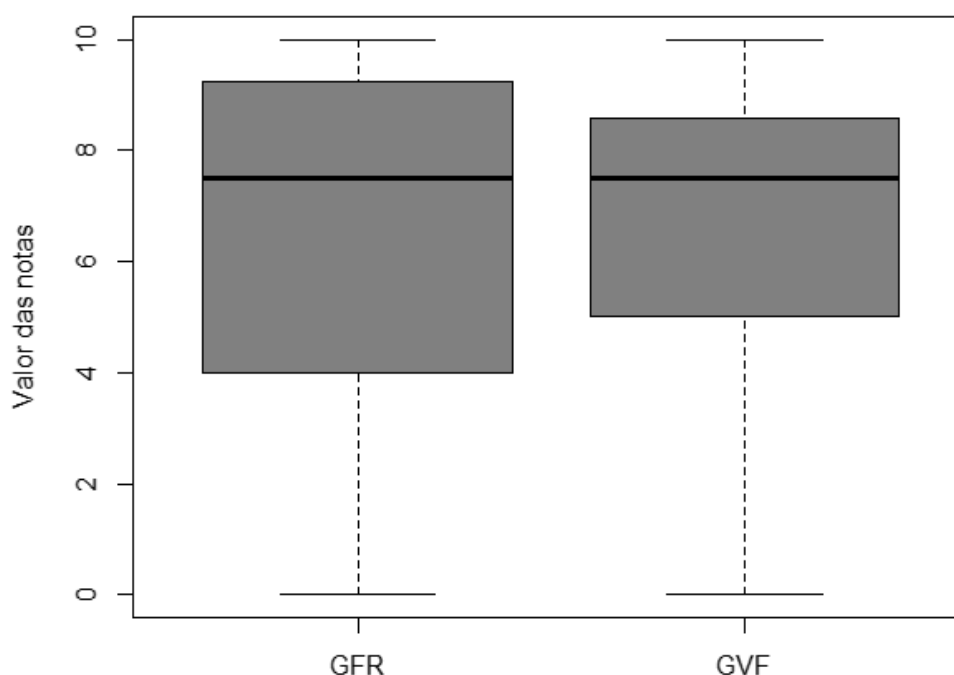
Quadro 22 – Sumário de resultados

	Menor	1º Quartil.	Mediana	Média	3º Quartil	Maior
GFR	0.000	4.000	7.500	6.564	9.173	10.000
GVF	0.000	5.000	7.500	6.691	8.571	10.000

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com Normando, Tjäderhane e Quintão (2010) para uma melhor visualização dos dados optou-se por um gráfico modelo *BoxPlot*, exibido na (GRÁFICO 3) seguinte.

Gráfico 3 – BoxPlot - Teste U de Mann-Whitney



Fonte: Elaboração própria.

Assim sendo, ao observar o indicador para $p\text{-value} \geq 0,05$, após a submissão do teste, obteve-se para o U de Mann-Whitney o valor de $P = 0.03371$, portanto, constatou-se uma significativa diferença entre os dois grupos, sinalizando a rejeição da Hipótese Nula (H_0). Dessa forma, o resultado sinaliza que ocorreu uma significativa influência do tratamento

didático adotado: sequência didática, Metodologia Ativa e recursos digitais, evidenciando uma melhoria no grau de aprendizagem do primeiro grupo.

5.3.4 Questionário de Satisfação e/ou Avaliação (Q-Sat)

O quarto e último grupo de questionários, os intitulados Questionários de Satisfação e/ou Avaliação (Q-Sat), dizem respeito a uma consulta de satisfação e/ou insatisfação, constituída por um questionário de 14 perguntas (APÊNDICE – H). Neste formulário, para cada afirmação foi adotada uma Escala Linked, contendo 5 graus de concordância/discordância. Segundo Oliveira (2001, p. 15) a escala “[...] se baseia na premissa de que a atitude geral se remete às crenças sobre o objeto da atitude, à força que mantém essas crenças e aos valores ligados ao objeto”. E mais:

As escalas de Likert, ou escala somatória, [...] dizem respeito a uma série de afirmações relacionadas com o objeto pesquisado, isto é, representam várias assertivas sobre um assunto. Porém, [...], os respondentes não apenas respondem se concordam ou não com as afirmações, mas também informam qual seu grau de concordância ou discordância. É atribuído um número a cada resposta, que reflete a direção da atitude do respondente em relação a cada afirmação. A somatória das pontuações obtidas para cada afirmação é dada pela pontuação total da atitude de cada respondente (OLIVEIRA, 2001, p. 15).

Os atributos escolhidos foram classificados em quatro categorias: concordância, frequência, importância e probabilidade. Os questionamentos foram então divididos da seguinte forma, conforme o (QUADRO 23):

Quadro 23 – Questões segmentada na escala Linked

Nível de Concordância	Nível de Frequência
Q-1, Q-9, Q-13, Q-14	Q-2, Q-3, Q-4, Q-5, Q-7, Q-10
Nível de Importância	Nível de Probabilidade
Q-6, Q-12	Q-8, Q-11

Fonte: Elaboração própria.

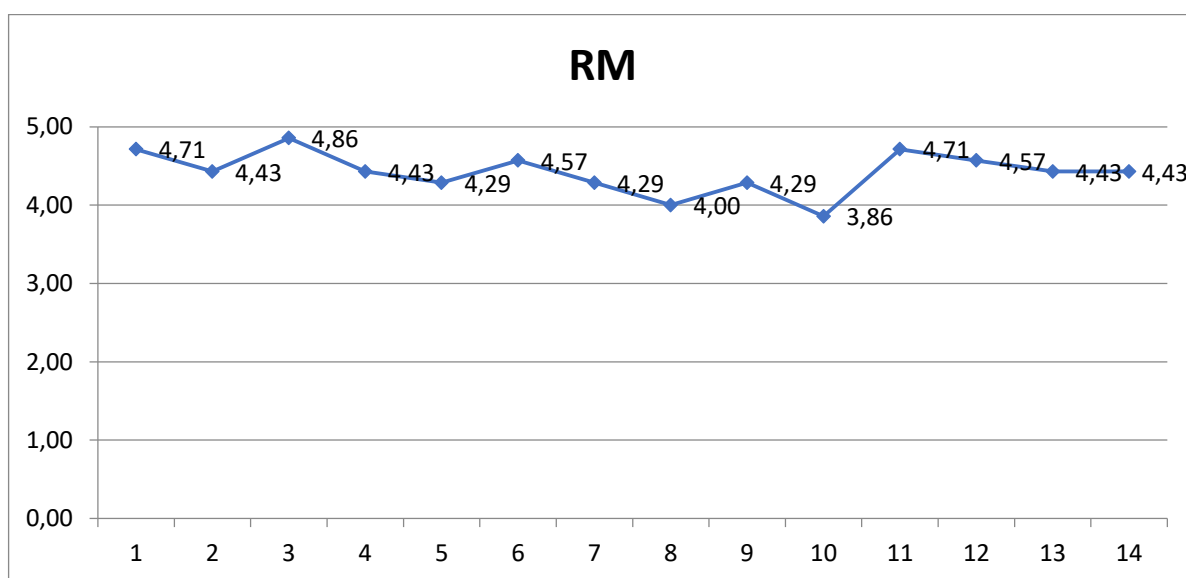
Como ferramenta de investigação dos resultados foi utilizada a formulação denominada RM (Ranking Médio) para identificar o grau de concordância dos respondentes, conforme identificado nos textos de Tresca e De Rose Jr. (2000), Bonici e Araujo Junior (2001), Almeida Júnior (2017) e Oliveira (2005), onde o autor propôs a seguinte formulação, como visto na (EQUAÇÃO 13) e (EQUAÇÃO 14):

$$\text{Média Ponderada (MP)} = \sum (f_i * V_i) \quad (\text{Equação 13})$$

$$\text{Ranking Médio (RM)} = \text{MP} / (\text{NS}) \quad (\text{Equação 14})$$

Onde: f_i = frequência observada de cada resposta para cada item, V_i = valor de cada resposta e NS = n.º de sujeitos. Ademais, quanto mais próximo do valor 5 do RM (Ranking Médio) melhor será o nível de satisfação dos participantes, e quanto mais próximo de 1 menor será o grau de satisfação (sendo considerado o maior grau de insatisfação). No (GRÁFICO 4) temos o RM do Grupo Focal para Refinamento (GFR).

Gráfico 4 – RM (Ranking Médio) para GFR

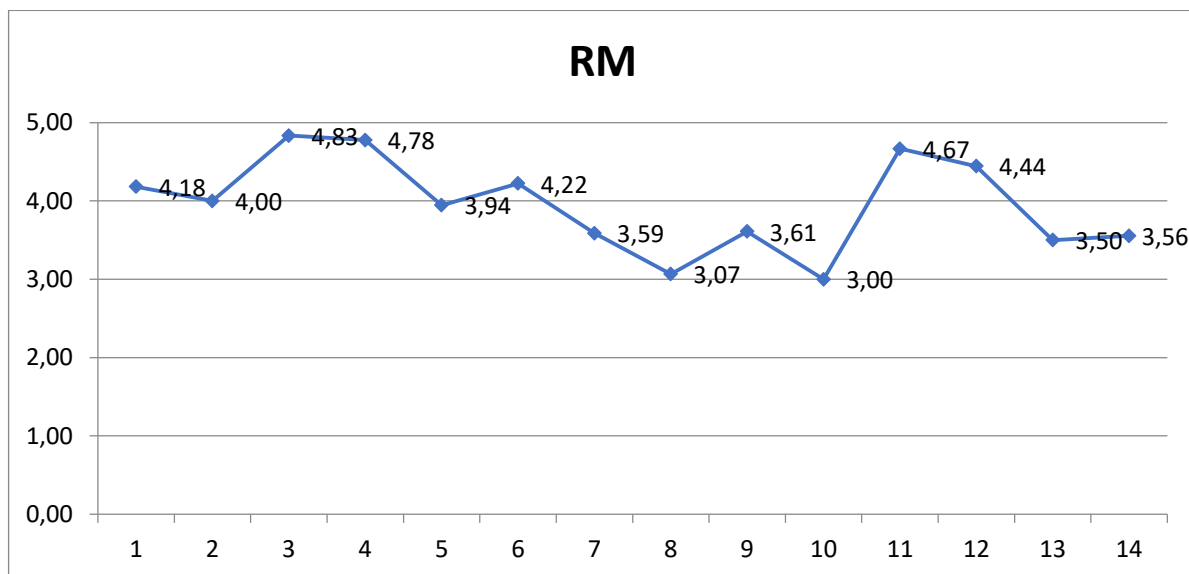


Fonte: Elaboração própria.

Analisando os resultados constata-se que ocorreu um satisfatório índice de motivação dos alunos participantes, deixando somente a questão 10 abaixo de valor 4.

No (GRÁFICO 5) tem-se os resultados do Grupo para Validação Final (GVF). Verifica-se uma considerável variação do índice de satisfação dos alunos, ocorrendo 7 questionamentos abaixo do valor 4.

Gráfico 5 – RM (Ranking Médio) para GVF



Fonte: Elaboração própria.

Dessa forma, examinado o (GRÁFICO 5) é possível assinalar o baixo índice de satisfação dos participantes, confirmando a necessidade de elementos que tenham um maior impacto didático e motivacional. Assim sendo, conclui-se com este último questionário a relação existente de vetores para análise estatística.

Portanto, pode-se concluir que através dos testes estatísticos realizados e mensurados através dos seus respectivos índices há um sugestivo indicativo para o uso da sequência didática (6C/PCMA) adotada na presente pesquisa, bem como a integração com uma abordagem ativa (ABProj) de ensino centrada no aluno, tendo como suporte tecnologias digitais (AVA, simuladores virtuais e aplicativo em dispositivo móvel para coleta de dados experimentais) no âmbito de aulas realizadas via ERE, com alunos em suas residências e desprovidos de instrumentos laboratoriais para o ensino de acústica e ondulatória.

Na próxima seção serão apresentadas as considerações finais sobre o estudo realizado, bem como demais possíveis segmentos de pesquisa que necessitem de um aporte ou um suporte didático de ensino, com o qual o presente estudo pode contribuir.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caminhada existente no processo de aprendizagem apresenta-se, por vezes, íngreme e repleta de obstáculos. Em meio a esse cenário, encontram-se alunos com habilidades e comportamentos de uma sociedade digital, repleta de informações fragmentadas, em busca de uma identidade cultural, social e (por que não?) científica. Da mesma forma, do “outro lado” tem-se educadores tateando abordagens que venham a responder perguntas e indagações de uma geração imersa no virtual e no tecnológico. Essa situação soma-se a uma conjuntura global que transpôs a *sala de aula para o quarto* e a *escola para as suas casas*, em um contexto de isolamento social, tendo um cenário no qual cada escolha de ensino deve ser bem pensada, dosada e avaliada.

Assim, neste trabalho buscou-se apresentar algumas respostas para ambos os personagens desse universo educacional, apontando soluções que isoladamente não colaborariam para a aprendizagem, mas ao integrá-las foi possível explorar situações didáticas menos exaustivas para professores e alunos.

Inicialmente, desejou-se com o projeto de pesquisa validar a sequência didática 6C/PCMA de Sales (2005) no âmbito de um modelo de ensino totalmente remoto, em que toda a infraestrutura “escolar” foi “virtualizada”. Dessa forma, buscaram-se evidências que indicassem elementos exitosos em sua aplicação e condução. Assim sendo, as análises estatísticas apontaram a ocorrência de satisfatórios, ou melhor, proveitosos resultados, confirmando-se, *a priori*, sua aplicabilidade no ensino de Física e Ciências.

Em um segundo momento, ao adotar uma Metodologia Ativa, a ABProj, resgatou-se para a nossa contemporaneidade as ideias de uma geração de educadores que ousaram propor novas abordagens na educação do final de século XIX e começo do século XX. Tal metodologia apresentou-se como componente instigador e fomentador do fazer, do construir e do aprender fazendo. A mesma, ao associar-se aos recursos e práticas tecnológicas através de experimentações, em que o educando pode pôr sua criatividade em prática, representou como que um “abrir de portas” para aqueles que apenas vislumbravam a aula como um momento de passividade e digestão do conteúdo transmitido. A ABProj mostrou-se como rica e valorosa metodologia para disciplina de Física.

Por sua vez, a Física, em especial a Acústica, dentro da pesquisa, apresentou-se como um conteúdo que inicialmente poderia ser ministrado de forma teórica, com formulações e equacionamentos. Porém, foi introduzida de forma mais conceitual com o uso de recursos tecnológicos (aplicativo em dispositivo móvel e simulador), bem como através da confecção

de instrumentos sonoros. Assim, sinaliza-se a necessidade do refletir e do repensar as práticas laboratoriais, incorporando elementos dos Fabricantes de Cultura (*Culture Maker*), bem como do enfoque *STEM*, por ser este último extremamente simpático ao estudo dos fenômenos físicos do som e demais áreas da Física.

Ressalva-se aqui o tratamento estatístico dos dados coletados, que a princípio foi exposto de forma somatória e superficial, sendo posteriormente aprofundado através de um olhar mais especializado. Seguindo-se com o estudo dos Pré-testes e Pós-testes, tendo como resultado um Ganho de Hake para o GFR igual a $g = 0,723077$, enquanto que para o GVF igual a $g = 0,331307$, com significativa diferença. Partiu-se, então, para as análises de Fidedignidade, Correlação, Normatização e, por fim, de Significância, que apresentaram numericamente provas do tratamento aplicado nos dois grupos, com valores sempre revalidados, chegando-se esta última a um valor para o teste de U de Mann-Whitney igual a $P = 0.03371$. Para finalizar, observou-se o índice de satisfação dos grupos, com indicativos preponderantemente satisfatórios para o GFR no que se refere às abordagens e posturas adotadas.

A aplicação das TDIC com a utilização de videoconferências, AVA e demais ferramentas, durante o projeto no âmbito do ERE, significou um desafio na reformulação da estrutura da pesquisa, pois, tanto alunos, quanto professores, tiveram que repensar a rotina de sala, os proceder, o falar e o participar de forma ativa. Utilizar um grupo de comunicação em aplicação de mensagens instantâneas não fazia parte do escopo das aulas, contudo, mostrou-se como ótimo elemento de comunicação, integrando-se rapidamente ao processo de ensino.

É necessário aqui ressaltar o papel dos teóricos que fundamentaram a pesquisa. Pensadores que formaram os alicerces desse empreendimento, David Ausubel, Lev Vigotski, John Dewey e William Heard Kilpatrick, e tantos outros, com suas ideias, reflexões e científicidades, e assim permitiram substanciar a construção de cada etapa do presente texto. Concatenar de forma proveitosa, respeitosa e sábia premissas, algumas já seculares, que ilustrem ou apontem percursos coerentes no ensino, qualifica notadamente a importância de suas teorizações. Portanto, observa-se na fundamentação teórica elementos integrativos que dialogam com as competências e as habilidades de uma sociedade da informação, a exemplo da Visão Computacional (VComp) no ensino e na aprendizagem de Física.

Portando, ao retomar todo o percurso realizado, visualizam-se vertentes para pesquisas exploratórias futuras em um contexto investigativo (com maior aprofundamento) em: métodos ativos de ensino, modelagens computacionais significativas (dentro da VComp) através de simuladores e dispositivos *mobile* e, de maneira mais proeminente, estudos sobre sequências

didáticas em Física e as suas proveitosas abordagens no ensino e aprendizagem presencial, semipresencial e a distância.

Para concluir, entende-se que, possivelmente, afirmar de maneira sólida e transparente que todos os métodos abordados representam um passo à frente para a educação nos induz positivamente para novos estudos, como forma de avançar, explorar e aprofundar pesquisas futuras. Pois, compreende-se que manter o *modus operandi* (professor transmite e aluno recebe) atual representa um impacto negativo naquele aluno que precisa de uma identidade social-cultural-científica, bem como no educador que deseja – como desbravador que ele é por natureza – simplesmente ensinar.

7 REFERÊNCIAS

AFREEN, R. Bring Your Own Device (BYOD) in Higher Education: Opportunities and Challenges. **International Journal of Emerging Trends & Technology in Computer Science (IJETTCS)**, v. 3, n. 1, jan. 2014.

ALMEIDA JÚNIOR, R. C. V. D. Estudo sobre o grau de satisfação dos usuários do serviço de transporte coletivo prestado pela empresa viação cidade corumbá ao município de Corumbá/MS. **Revista GeoPantanal**, Corumbá, n. 23, jul./dez. p. 215-23, 2017.

ANATASIOU, L. D. G. C.; ALVES, L. P. **Processos de ensinagem na universidade**. Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 10ª. ed. Joinville: Editora Univille, 2015.

ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física. **Física na Escola**, São Paulo, v. 11, 2010.

ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. Modelos Computacionais no ensino-aprendizagem de Física: um referencial de trabalho. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 2, p. 341-366, 2012.

AUSUBEL, D. P. Adquisición y retención del conocimiento - **Una perspectiva cognitiva**. Barcelona: Editorial Paidós, 2002.

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

BARBOSA, R. G.; BATISTA, I. D. L. Vygotsky: um Referencial para Analisar a Aprendizagem e a Criatividade no Ensino da Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 49–67, abr. 2018.

BARROS, M. D. A. J.; DE JESUS, V. L. B. Aprendizagem de gráficos de cinemática por meio da videoanálise associada à metodologia peer instruction. **Revista do Professor de Física - Ensino de Física**, Brasília, v. 3, p. 50-64, 2019.

BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: Penso Editora, 2015.

BERNARDINI, A. A.; SÔNEGO, A. A.; POZZEBON, E. A aplicação da tecnologia de BYOD como apoio ao processo de ensino-aprendizagem. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 28, dez. 2018.

BETT EDUCAR, R. STEM ganha espaço nas escolas e na Bett Brasil Educar 2019. **Escola Particular**, São Paulo, v. 23, - n. 251, p. 56, fev. 2019.

BÔAS, N. V.; DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J. **Tópicos de Física, 2:** termologia, ondulatória e óptica. São Paulo: Saraiva, 2007.

BONICI, R. M. C.; ARAÚJO JUNIOR, C. F. D. Medindo a satisfação dos estudantes em relação a disciplina on-line de probabilidade e estatística. **RBAAD - Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância**, São Paulo, abr. 2011.

BRAGA, J. C. **Objetos de aprendizagem, volume 1:** introdução e fundamentos. Santo André: Editora da UFABC, 2014.

BRASIL . **Lei n.º 9.394.** Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Presidência da República. Brasília, 1996.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** Brasília: Ministério da Educação, 2016.

BRASIL. **Normas excepcionais sobre a duração do ano letivo.** Presidência da República. Brasília. 2020a.

BRASIL. **Dispõe sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus - COVID-19.** Ministério da Educação/Gabinete do Ministro. Brasília. 2020b.

BRASIL, P. **Altera a Portaria MEC nº 343, de 17 de março de 2020.** Ministério da Educação/Gabinete do Ministro. Brasília. 2020c.

BRASIL, P. **Dispõe sobre as aulas nos cursos de educação profissional técnica de nível médio, enquanto durar a situação de pandemia do novo coronavírus - Covid-19.** Ministério da Educação/Gabinete do Ministro. Brasília. 2020d.

BRASIL, P. **Prorroga o prazo previsto no § 1º do art. 1º da Portaria nº 343, de 17 de março de 2020.** Ministério da Educação/Gabinete do Ministro. Brasília. 2020e.

BROCKVELD, M. V. V.; TEIXEIRA, C. S.; TEIXEIRA, C. S. **A Cultura Maker em prol da inovação:** boas práticas voltadas a sistemas educacionais. Conferência ANPROTEC 2017. Rio de Janeiro: [s.n.]. 2017.

BUCK, I. F. E. **Aprendizagem baseada em projetos:** guia para professores de ensino fundamental e médio. 2ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

CAMP, M. STRING PHONE. **Maker Camp.** SD. Disponível em: <https://makercamp.com/projects/string-phone/print/>. Acesso em: 01 mar. 2020.

CARDOSO, S. O. D. O.; DICKMAN, A. G. Simulação Computacional aliada à teoria da Aprendizagem Significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito

fotoelétrico. **Caderno Brasileiro Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n. Especial 2, p. 891-934, out. 2012.

CARRARO, F. L.; PEREIRA, R. F. O uso de simuladores virtuais doPhet como metodologia de ensino de eletrodinâmica. **Cadernos PDE**, Curitiba, v. 1, n 18, 2014.

CARVALHO, T. Harmônica. **InfoEscola - Navegando e Aprendendo**, 2019. Disponível em: <https://www.infoescola.com/fisica/harmonica/>. Acesso em: 31 out 2019.

CHAVES, A.; SHELLARD, R. C. **Pensando o futuro: o desenvolvimento da Física e sua inserção na vida social e econômica do país**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física - SBF, 2005.

CNE, C. P. C. N. D. E. **Reorganização do Calendário Escolar e da possibilidade de cômputo de atividades não presenciais para fins de cumprimento da carga horária mínima anual, em razão da Pandemia da COVID-19**. MEC - Conselho Nacional de Educação. Brasília, 2020.

COELHO, M. N. Uma comparação entre team-based learning e peer-instruction e avaliação do potencial motivacional de métodos ativos em turmas de física do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, p. 16, 2018.

CORDEIRO, L. F.; GUÉRIOS, S. C.; PAZ, D. P. Movimento maker e a educação: a tecnologia a favor da construção do conhecimento. **Revista Mundi Sociais e Humanidades - IFPA**, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 45, jan./jul. 2019.

DA SILVA, K. W.; SANTOS, B. M.; SILVA, L. D. R. Utilização de apps para o ensino do efeito Doppler. Anais do I Encontro REgional de MNPEF Centro-Oeste/Norte. Brasília: [s.n.], 2019. **Anais [...]**. Brasília, 2019.

DA SILVA, P. **Uso do programa STEM como alternativa de aprendizagem para alunos de 9º ano em Escola Pública e Privada da rede de ensino de Joinville - Santa Catarina**. Trabalho de Conclusão de Curso. Repositório Institucional da UFSC. Joinville, 2017.

DA SILVA, S. R.; MELO, C. A. D. S. A utilização da simulação “força e movimento” da plataforma PHET, como recurso didático no processo ensino-aprendizagem no ensino médio. **Revista Educação e Emancipação**, São Luís, 9, jul./dez. p. 255-277. 2016.

DA SILVA, João Batista; JÚNIOR, José Ademir Damasceno. **Procedimento Cognitivo Metodológico de Apreensão: uma sequência didática para ensino de física**. Saberes e Práticas no Ensino de Ciências e Matemática, p. 56. V 9. N 3. 2019.

DE MIRANDA, A. I. C. *et al.* BYOD: Avanço tecnológico, modismo ou problema organizacional? SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Rio de Janeiro, 2020. **Anais [...]**. Rio de Janeiro, 2020.

DESIGN MAKER PLAY, N. Faça um alto-falante melhor. **New York Hall of Science**. Disponível em: <https://nysci.org/make-better-speaker/>. Acesso em: 20 maio 2020.

DIBONA, C. Inspiring future makers and scientists with Science Journal. **Google Education**, 2016. Disponível em: <https://blog.google/outreach-initiatives/education/inspiring-future-makers-and-scientists/>. Acesso em: 20 mar. 2020.

DORNELES, P. F. T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Simulação e Modelagem Computacionais no auxílio à Aprendizagem Significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte I – circuitos elétricos simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 487-496, 2006.

DUARTE, N. **Vigotski e o “Aprender a Aprender”**: crítica às apropriações. Capinas: Autores Assciados - (coleção educação contemporânea), 2006.

EVANGELISTA, F. L.; CHAVES, L. T. Uma proposta experimental e tecnológica na perspectiva de Vygotsky para o ensino de Física. **Revista do Professor de Física**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 177-200, 2019.

ETKINA, Eugenia; BROOKES, David T.; PLANINSIC, Gorazd. **Investigative science learning environment**. Morgan & Claypool Publishers, 2019.

FERRAZ, A. A. P. D. C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **G&P - Gestão e Produção**, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

FERREIRA, V. B. **E-science e políticas públicas para ciência, tecnologia e inovação no Brasil**. SciELO Books / SciELO Livros / SciELO Libros. ed. Salvador: EDUFBA, 2018.

FERREIRA, V. B.; VILLALOBOS, A. P. D. O.; MOURA, M. A. O modelo e-Science Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia de Nanotecnologia: evidências de práticas colaborativas. XVII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação (XVII ENANCIB). **Anais [...]**. [S.l.]: [s.n.]. 2018.

GALLON, L. **Sistema de Visão Computacional para classificação de pedras naturais através de vídeo em tempo real**. Monografia (Graduação) - Centro de Tecnologia da Informação do Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, nov. 2013.

GARNIER, C.; BEDNARZ, N.; ULANOVSKAYA, I. **Após Vygotsky e Piaget**: perspectiva social e construtivista escolas russas e ocidental. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GASPAR, A. **Atividades experimentais no ensino de Física**: uma nova visão baseada na teoria de Vigotski. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. D. C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 227-254, nov. 2005.

GEHLEN, S. T. *et al.* O pensamento de Freire e Vygotsky no ensino de física. **Experiências em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 7, n. 2, 2012.

HAAG, R.; VEIT, E. A. Por que e como introduzir a aquisição automática de dados no laboratório didático de Física. **Revista Física na Escola**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 69-74, 2005.

HAKKE, R. R. Interactive-Engagement Versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. **American Journal of Physics**, v. 66, p. 64-74, Mai 1997.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Física 2**. 4ª. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Edigitora S.A., 1991.

HATCH, M. **The Maker Movement Manifesto** - Rules For Innovation In The New World Of Crafters, Hackers, And Tinkerers. Version 1.0. ed. [S.l.]: McGraw-Hill Education eBooks , 2014.

HELERBROCK, R. Espectro eletromagnético. **Brasil Escola**, 2019. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/espectro-eletromagnetico.htm>. Acesso em: 31 out. 2019.

HINO, M.; PRZEYBILOVICZ, E.; COELHO, T. R. Bring your own device (BYOD): entendendo uma nova prática no ambiente acadêmico. **Acta Scientiarum**, v. 41, n. e43661, 2019.

IFCE, P. **Ofício-Circular nº 6/2020/PROEN/REITORIA-IFCE**. IFCE - Instituto Federal de Educação, Ciência E Tecnologia Do Ceará. Fortaleza. 2020a.

IFCE, D. D. D. E. E. D. G. **Nota técnica retificada nº 01/2020/DIREN/IFCE**. IFCE - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. Fortaleza. 2020b.

IFCE, P. **Ofício Conjunto Circular nº 01/2020. PROEN/PROEXT/PRPI/REITORIA**. IFCE - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. Fortaleza. 2020c.

ILHÉU, T. Quais os assuntos de Física mais cobrados no Enem. **Guia do Estudante - Curso do ENEM**, 11 set 2019. Disponível em: <https://guiadoestudante.abril.com.br/estudo/quais-os-assuntos-de-fisica-mais-cobrados-no-enem/>. Acesso em: 31 out. 2019.

IZECKSOHN, S. Um carrossel de parâmetros. **Blog do Home Studio**, 08 Fev 2013. Disponível em: <https://www.homestudio.com.br/single-post/2013/02/08/Um-carrossel-de-par%C3%A2metros>. Acesso em: 31 out. 2019.

JESUS, M. A. S. D.; SILVA, R. C. O. A Teoria de David Ausubel – o uso dos Organizadores Prévios no ensino contextualizado de funções. **VII Encontro Nacional de Educação Matemática**, Recife, 15 a 18 jul. 2004.

JÚNIOR, F. R.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. D. T. **Os Fundamentos da Física vol. 2**. 8ª. ed. São Paulo: Editora Moderna, 2005.

LANDIS, J. R.; KOCK, G. G. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. **International Biometric Society**, v. 33, n. 1, p. 159-174, mar. 1977.

LAZZARINI, V. E. P. **Elementos de Acústica**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina - Laboratório de Música Eletroacústica, 1998.

MAROCO, J.; GARCIA-MARQUES, T. Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas? **Instituto Superior de Psicologia Aplicada**, Portugal, p. 65-90, jul. 2006.

MARQUES, L. William Kilpatrick e o Método de Projeto. **Cadernos de Educação de Infância**, Lisboa, n. 107, p. 4-5, Jan/Abr 2016.

MASSON, T. J. *et al.* Metodologia de Ensino: Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL). Anais do XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), Belém, 2012. **Anais [...]. Belém**, 2012.

MAZUR, E. **Peer instruction**: a revolução da aprendizagem ativa. Tradução de Anatólio Laschuk. Porto Alegre: Penso Editora, 2015.

MEIRA, S. L. B.; RIBEIRO, J. L. P. **A Cultura Maker no ensino de física**: construção e funcionamento de máquinas térmicas. 1a. Conferência FabLearn Brasil. São Paulo: FabLearn. 2016.

MILLÁN, G. H.; VILLA, N. M. L. Precedir, observar, explicar e indagar: estratégias efectivas en el aprendizaje de las ciencias. **Educació Química EduQ**, n. 9, p. 4-12, 2011.

MISHRA, Saraswati; YADAV, Meenakshi; CHOUDHARY, Kavita. **Ubiquitous learning: Future of e-Learning**. In: Conference: First international conference on emerging trends in Engineering and Applied Sciences. Jaipur: Rajasthan College of Engineering for Women. 2013.

MONTEIRO, M. A. A. O uso de tecnologias móveis no ensino de física: uma avaliação de seu impacto sobre a aprendizagem dos alunos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 1, 2016.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica. **Conferência de encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa**, Madrid, Porto Alegre, Setembro 2006.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**: a teoria e textos complementares. 1ª. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011a.

MOREIRA, M. A. **Metodologias de pesquisa em ensino**. 1ª. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011b.

MOREIRA, M. A. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa. **Prof. Marco Antonio Moreira**, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/>. Acesso em: 31 out. 2019.

MOREIRA, M. A. O ensino de STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) no século XXI. **Revista Brasileira de Ensino Ciências e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 11, n. 2, mai./ago. 2018.

MOREIRA, M. A.; GRECA, I. M. A Mudança Conceitual: análise crítica e propostas à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 301-315, 2003.

MOREIRA, M. A.; ROSA, P. R. D. S. **Uma Introdução à Pesquisa Quantitativa em Ensino**. Porto Alegre; Campo Grande: n/c, 2007.

MOURA, D. G. D. Metodologias Ativas de aprendizagem e os desafios educacionais da atualidade - XI Encontro Nacional de Dirigentes de Graduação das IES Particulares. **Tecnologia de Projetos**, Curitiba, 2014.

MOURÃO, M. F. **A influência da metodologia PCMA na aquisição de conceitos de Física Moderna: um estudo de caso com alunos do ensino médio no IFCE**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2020.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

NASCIMENTO, J. O. D. *et al.* A Modelagem e a Simulação Computacional como ferramentas tecnológicas no ensino de física. **Revista Signos - Ensino. Humanidades (Univates)**, Lajeado, v. 38, n. 1, p. 62-82, 2017.

NEVES, V. J. D.; MERCANTI, L. B.; LIMA, M. T. **Metodologias Ativas**: perspectivas teóricas e práticas no ensino superior neves. Campinas: Pontes Editores, 2018.

NOBRE, J. C. S. *et al.* Aprendizagem Baseada em Projeto (Project-Based Learning – PBL) aplicada a software embarcado e de tempo real. **Workshop em Informática na Educação (SBIE) - XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, v. 1, p. 258-267, 2006.

NORMANDO, D.; TJÄDERHANE, L.; QUINTÃO, C. C. A. A escolha do teste estatístico – um tutorial em forma de apresentação em PowerPoint. **Dental Press J. Orthod**, v. 15, n. 1, p. 101-106, JAN/FEV 2010.

NUNES, T. Metodologias ativas: O ciclo de aprendizagem vivencial (CAV). **Ponto Didática**, 2019. Disponível em: <https://pontodidatica.com.br/ciclo-aprendizagem-vivencial-cav/>. Acesso em: 31 Out 2019.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica**: fluidos, oscilações e ondas, calor. Vol. 2. 3ª. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher LTDA, 1999.

OER, O. E. R. Beer bottle flute. **Open Educational Resources**, 2020. Disponível em: https://www.sciensation.org/hands-on_experiments/e5089p_beerBottleFlute.html. Acesso em: 6 maio 2020.

OLIVEIRA, L. H. D. **Exemplo de cálculo de Ranking Médio para Likert**. Notas de Aula. Metodologia Científica e Técnicas de Pesquisa em Administração. Mestrado em Adm. e Desenvolvimento Organizacional. PPGA CNEC/FACECA, Varginha, 2005.

OLIVEIRA, T. M. V. D. Escalas de Mensuração de Atitudes: Thurstone, Osgood, Stapel, Likert, Guttman, Alpert. **Administração On Line - Prática Pesquisa Ensino**, 2, n. 2, abr./maio/jun. 2001.

OLIVEIRA, N. A. A. D.; MATTAR, J. Folhetim Lorenianas: Aprendizagem Baseada em Projetos, pesquisa e inovação responsáveis na Educação. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 341 – 363, abr./jun. 2018.

OLIVEIRA, E. S. D.; GONZAGA, A. M. **Pedagogia de Projetos**: uma alternativa didática ao ensino de Ciências. VIII ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa - I CIEC - Congresso Internacional de Investigación en Enseñanza de las Ciencias. Campinas: [s.n.]. 2011.

PAIM, I. D. M. Um olhar sobre o Ensino e Aprendizagem a partir da Pedagogia de Projetos. **Educação & Reflexões**, Maracanaú, n. 13, Dez 2017. 26-33.

PAPERT, S. **A máquina das crianças** - repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artmed, 1993.

PAULA, R. N. F. D. Ondas Eletromagnéticas. **InfoEscola**, 2019. Disponível em: <https://www.infoescola.com/fisica/ondas-eletromagneticas/>. Acesso em: 31 out. 2019.

PEREZ, M. D. C.; VIALI, L.; LAHM, R. A. Aplicativos para tablets e smartphones no ensino de física. **Revista Ciências & Ideias**, v. 7, n. 1, p. 154-173, jan./abr. 2016.

PHET, U. O. C. PhET - Interactive Simulations da Universidade. **Sobre o PhET**, 2020. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/>. Acesso em: 15 out. 2020.

PIETROCOLA, M. **Ensino de Física**: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora. 2ª. ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2005.

POZO, J. I. **Teorias Cognitivas da Aprendizagem**. Tradução de Juan Acuña Llorens. 2ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

POZO, J. I.; ECHEVERRÍA, M. D. P. P. **A solução de problemas**: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, 1998.

PRÄSS, A. R. História e Epistemologia Da Física – O que é Física? **Física Net**, 2006. Disponível em: <https://www.fisica.net/historia/O-que-e-Fisica.php>. Acesso em: 31 out. 2019.

PRENSKY, M. Nativos Digitais, Imigrantes Digitais - Parte 2 (Tradução). **On the horizon - NCB University Press**, 2001.

PRÉ-VESTIBULAR, P. Conteúdos que mais caem em Física no ENEM. **Estado de Minas - ENEM**, 23 out. 2019. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/educacao/enem/2019/10/15/noticia-especial-enem,1092606/conteudos-que-mais-caem-em-fisica-no-enem.shtml>. Acesso em: 31 out. 2019.

QUARTIERI, R. Lição de Casa: 3ª Série – AULA 10. **Professora Renata Quartieri**, 2015. Disponível em: <https://renataquartieri.com/licao-de-casa-3a-serie-aula-10/>. Acesso em: 10 fev. 2020.

QUIBAO, M. P. *et al.* Investigando a compreensão conceitual em física de alunos de graduação em cursos de ciências, engenharias e matemática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. e20180258, 2019.

RIBEIRO, T. Onda Estacionária. **InfoEscola**, 2019. Disponível em: <https://www.infoescola.com/fisica/onda-estacionaria/>. Acesso em: 31 out. 2019.

ROSA, C. T. W. D.; ROSA, Á. B. D. A teoria histórico-cultural e o ensino da Física. **Revista Iberoamericana de Educación**, Passo Fundo, 2004.

ROSSI, B. F.; SANTOS, É. M. D. S.; OLIVEIRA, L. D. S. **A cultura maker e o ensino de matemática e física**. XVI Encontro Virtual de Documentação em Software Livre e XIII Congresso Internacional de Linguagem e. [S.l.]: [s.n.]. 2019.

SALES, G. L. **QUANTUM: Um Software para Aprendizagem dos Conceitos da Física Moderna e Contemporânea**. Dissertação (Mestrado) - Mestrado Integrado Profissional em Computação Aplicada do Centro de Ciências e Tecnologia, da Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2005.

SALES, G. L. **Learning Vectors (LV): um modelo de avaliação da aprendizagem em EaD online aplicando métricas não-lineares**. Tese (Doutorado) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CENTRO DE TECNOLOGIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE TELEINFORMÁTICA. Ceará, Fortaleza, 2010.

SALES, G. L. Mapa Conceitual sobre a Teoria Sociocultural de Vigotski. **Professor Denys Sales**, 2012. Disponível em: <http://professordenyssales.blogspot.com/2012/04/mapa-conceitual-sobre-teoria.html>. Acesso em: 31 out. 2019.

SALES, G. L. Procedimento Cognitivo Metodológico de Apreensão ou Metodologia dos 6Cs. **Professor Denys Sales**, 2019. Disponível em: <http://professordenyssales.blogspot.com/2019/05/metodologia-dos-6-cs-fundamentado-em.html>. Acesso em: 31 out. 2019.

SALES, G. L. **Competências tecno-pedagógicas para o ensino ciências**. Professor Denys Sales, 2011. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/denyssales/competencias-tecnopedaggicasensinocincias>. Acesso em: 1 jan. 2021.

SALES, G. L. **Metodologia para o ensino e a aprendizagem de ciências**. Professor Denys Sales, 2014. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/denyssales/competencias-tecnopedaggicasensinocincias>. Conferência Nacional de Educação Matemática e Ensino de Ciências - CONEMCI 2014, Sobral. Acesso em: 1 jan. 2021.

SALES, G. L. **Procedimento Cognitivo Metodológico de Apreensão ou Metodologia dos 6Cs**. Professor Denys Sales, 2019. Disponível em: <http://professordenyssales.blogspot.com/2019/05/metodologia-dos-6-cs-fundamentadoem.html>. Acesso em: 1 jan. 2021.

SANTOS, R. L. D. **Aplicação de uma metodologia envolvendo Mudanças Conceituais no ensino de Física Moderna e Contemporânea**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2017.

SANTOS, R L D; SALES, Gilvandenys Leite; CASTRO, Juscileide; VIDAL, Eloisa Maia. **Gamificação e objetos de aprendizagem para mudanças conceituais no ensino de física moderna e contemporânea**. In: Actas del XV Congreso Internacional Gallego-Português de Psicopedagogía / II Congreso de la Asociación Científica Internacional de Psicopedagogía: (A Coruña, 4-6 de setembro de 2019). ISBN 978-84-9749-726-8. 2019. p. 469-480 Disponível em em: shorturl.at/jzAF7 Acessado em: 20 mar 2021

SALES, G. L. *et al.* Gamificação e ensinagem híbrida na sala de aula de Física: metodologias ativas aplicadas aos espaços de aprendizagem e na prática docente. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, Fortaleza, v. 11, n. 2, p. 45 - 52, jul. 2017.

SANTOS, C. A. M. D. O uso de Metodologias Ativas de aprendizagem a partir de uma perspectiva interdisciplinar. EDUCERE - XII Congresso Nacional de Educação - Formação de professores, complexidade e trabalho docente., Curitiba, v. 10, n. 4, p. 27202-272012, 2015. **Anais [...]. Curitiba**, 2015.

SANTOS, R. L. D. **Aplicação de uma metodologia envolvendo Mudanças Conceituais no ensino de Física Moderna e Contemporânea**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2017.

SANTOS, G. *et al.* Sequência de ensino investigativa para o ensino da lei de Hooke e movimento harmônico simples: uso do aplicativo Phyphox, o simulador Phet e GIF's. **Phyphox, o simulador Phet e GIF's**, v. 31, n. 2, p. 91-108, 2019.

SENA, C. G.; FERNANDES, G. W. R. Tecnologias móveis: uma proposta didática de física para o uso do aplicativo “física lab resistores”. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, p. 352-376, 2018.

SILVA, B. D. Cenários educativos de inovação na sociedade digital: com as tecnologias o que pode mudar na escola. **Nas Pegadas das Reformas Educativas: Conferências do I Colóquio cabo-verdiano realizado no Departamento de Ciências Sociais e Humanas da Universidade de Cabo Verde**, Praia - Cabo Verde, n. Edições Uni-CV, p. 38, Abril 2014.

SILVA, J. B. D. O contributo das tecnologias digitais para o Ensino Híbrido: o rompimento das fronteiras espaço-temporais historicamente estabelecidas e suas implicações no ensino. **Artefactum - Revista de estudos em Lingaugens e Tecnologia**, v. 15, n. 2º, 2017.

SILVA, J. B. D. et al. Mudança Conceitual em Óptica Geométrica facilitada pelo uso de TDIC. CBIE-LACLO - Anais do XXI Workshop de Informática na Escola (WIE 2015). Anais [...]., Maceió, p. 1-17, 2015.

SILVA, D. D. O.; CASTRO, J. B. D.; SALES, G. L. Aprendizagem Baseada em Projetos: contribuições das Tecnologias Digitais. **Tear – Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 7, 2018.

SILVA, B. D. D.; FALAVIGNA, G. **Aprendizagem ubíqua na modalidade b-learning: estudo de caso do mestrado de Tecnologia Educativa da UMinho**. Porto Alegre: EDIPUCRS – Editora Universitária da PUCRS, 2016.

SILVA, W. P. D. *et al.* The Speed of Sound in Air: An At-Home Experiment. **The Physics Teacher**, v. 43, p. 219-221, abr. 2005.

SILVA, I. O. *et al.* Educação Científica empregando o método STEAM e um makerspace a partir de uma aula-passeio. **LASERA - Latin American Journal of Science Education**, out. 2017.

SILVA, J. B. D. *et al.* Mudança Conceitual em Óptica Geométrica facilitada pelo uso de TDIC. CBIE-LACLO - Anais do XXI Workshop de Informática na Escola (WIE 2015). Anais [...]., Maceió, p. 1-17, 2015.

SOUSA, C. O.; SILVANO, A. M. D. C.; LIMA, I. P. D. Teoria da aprendizagem significativa na prática docente. **Revista Espacios**, v. 39, n. 23, p. 27, 2018.

STUDART, Nelson. **Inovando a ensinagem de física com metodologias ativas**. Revista do Professor de Física, v. 3, n. 3, p. 1-24, 2019.

STAVIZKI, J. Atividades sobre parâmetros dos sons – Altura. **Música na Bagagem**, 2017. Disponível em: <http://musicanabagagem.com/atividades-sobre-parametros-dos-sons-altura/>. Acesso em: 12 fev. 2020.

TAVARES, R. Aprendizagem Significativa e o Ensino de Ciências. **Ciências & cognição**, v. 13, n. 1, p. 94 - 100, 31 Mar 2008.

TOYOHARA, D. Q. K. et al. Aprendizagem Baseada em Projetos – uma nova Estratégia de Ensino para o Desenvolvimento de Projetos. **PBL 2010 Congresso Internacional**, São Paulo, p. 8-12, Fev 2010.

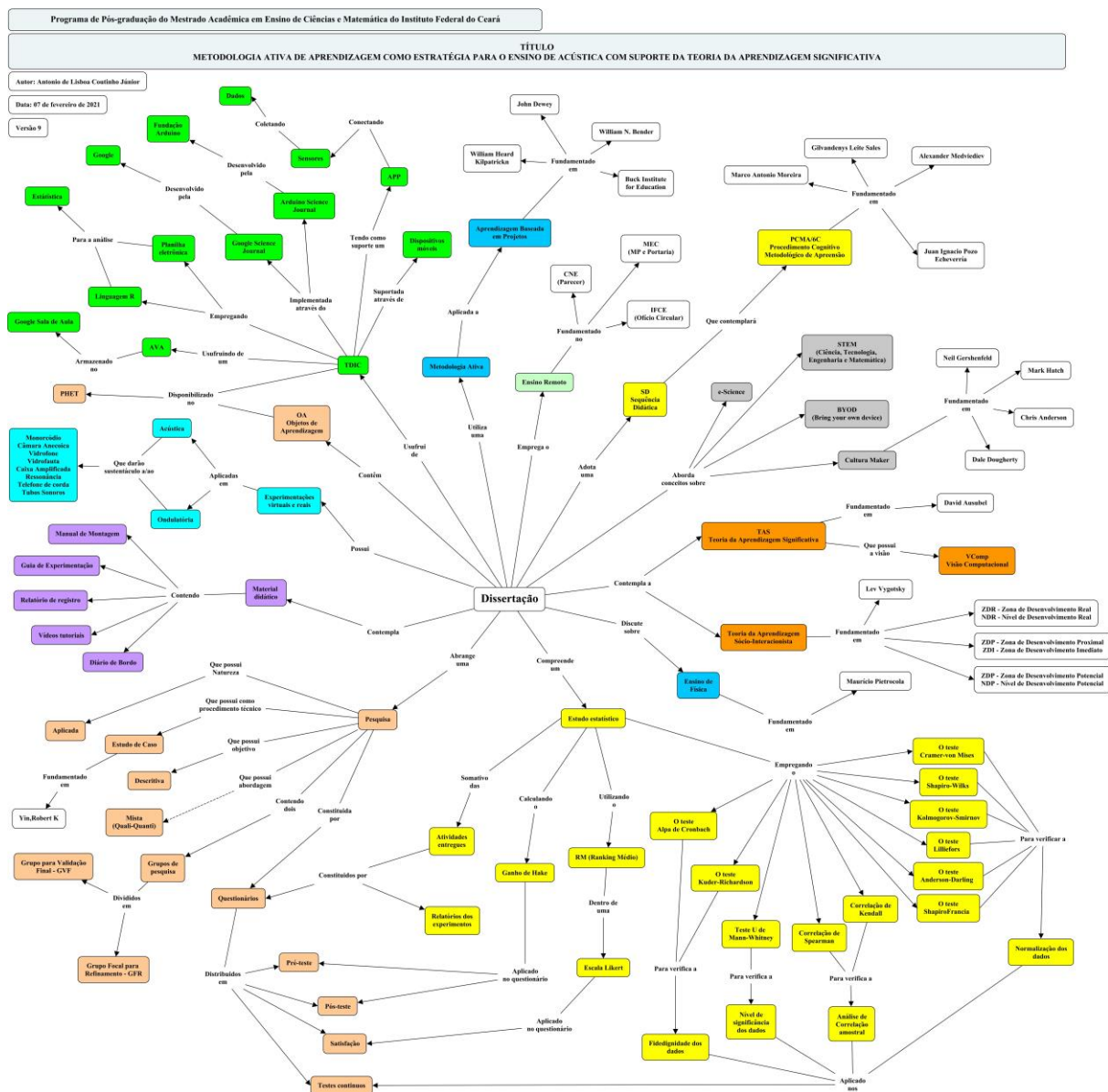
TRESCA, R. P.; DE ROSE JR., D. Estudo comparativo da motivação intrínseca em escolares praticantes e não praticantes de dança. **Rev. Bras. Ciên. e Mov.**, Brasília, 8, 2000. 9-13.

UNESCO, B. **O Futuro da aprendizagem móvel**: implicações para planejadores e gestores de políticas. Brasília: UNESCO, 2014. 64 p.

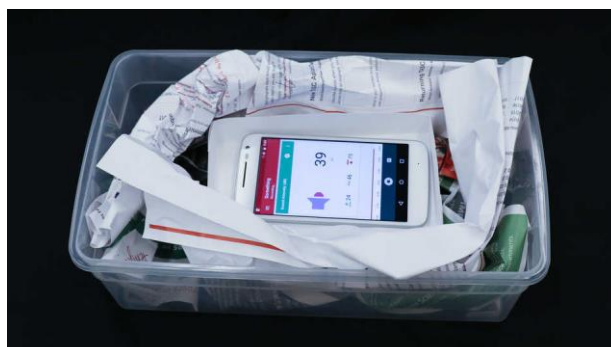
VIEIRA, M. C.; SANTAROSA, L. M. C. Tendências na inserção de dispositivos móveis na educação: uma revisão de literatura internacional. **Nuevas Ideas en Informática Educativa**, p. 495-498, 2013.

YIN, R. K. **Estudo de Caso**: Planejamento e métodos. 5ª. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2015.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física II** - Termodinâmica e Ondas – Sears e Zemansky. São Paulo: Pearson - Addison Wesley, 2008.



APÊNDICE B - 1 – Câmara anecoica.

CÂMARA ANECOICA**O que?**

- Estudo sobre o silêncio.
- Refração sonora.
- Isolamento acústico em diferentes materiais.

Quem?

Aluno, professor e pesquisador.

Onde?

- Residência do aluno.
- Sala de aula.
- Laboratório de Física.

Por quê?

- Descrever conceitos acústicos. (Compreensão)
- Examinar aspectos acústicos sobre o silêncio. (Análise)
- Analisar características sobre refração sonora. (Análise)
- Empregar aparato para estudo de diferentes isolantes acústicos. (Aplicação)
- Comparar resultados obtidos. (Análise)

Quando?

- Período do projeto: 00/00 e 00/00.
- Relatório de análise: 00/00 e 00/00.

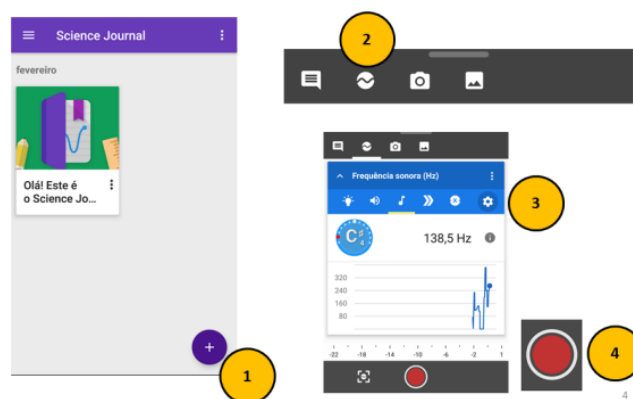
Como?**Material:**

- Uma caixa (plástico ou papelão).
- Material para isolamento: isopor, jornal, esponja, caixa de ovos, flanela ou demais tecidos.
- App Google Science Journal.

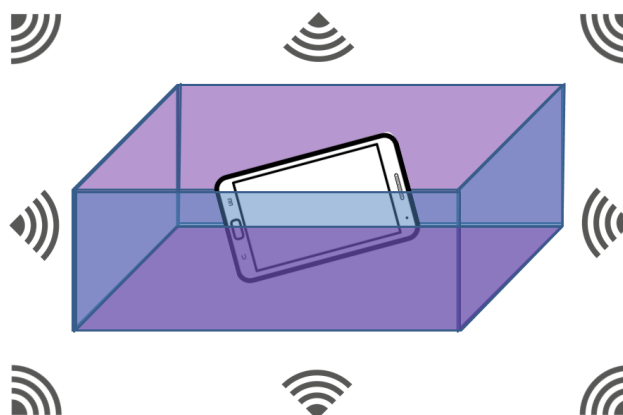
Como?

Experimento 1

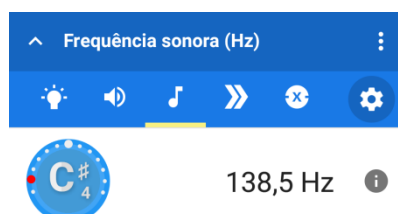
- Instalar o **APP Google Science Journal** no smartphone.
- Acionar o **APP Google Science Journal**.



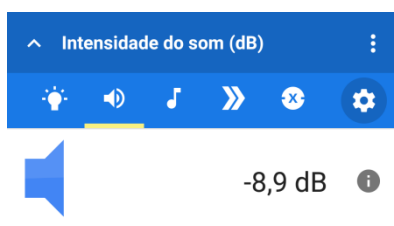
- Criar um projeto como o nome: **Anecoica**.
- Montar CÂMARA ANECÓICA aberta, conforme layout.



- Selecionar **Sensor de Frequência Sonora**.



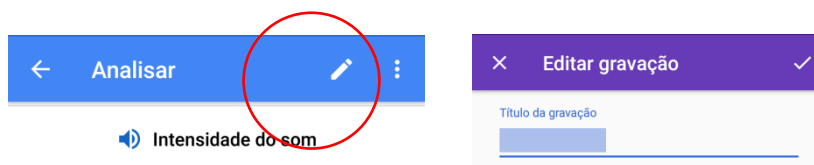
- Gravar coleta do som externo durante 10 segundos. Conforme o layout.
- Selecionar **Sensor de Intensidade Sonora**.



- Gravar coleta do som externo durante 10 segundos. Conforme o layout.
- Verificar os resultados obtidos.

Observação:

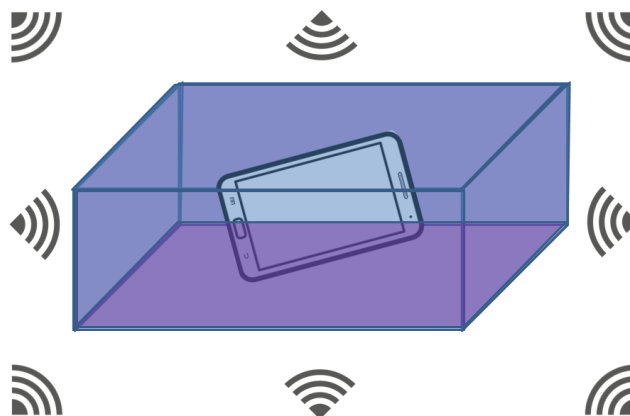
- Nomear cada cartão de coleta do projeto **Silêncio** respectivamente:
 - CaixaAbertaFreq.
 - CaixaAbertaInten.



Como?

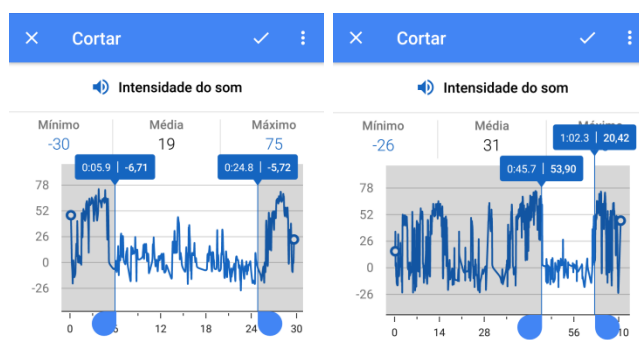
Experimento 2

- Montar CÂMARA ANECÓICA fechada, sem amortecedores sonoros, conforme layout.



- Selecionar **Sensor de Frequência Sonora**.
- Gravar coleta do som durante 10 segundos. Conforme o layout.
- Selecionar **Sensor de Intensidade Sonora**.
- Gravar coleta do som durante 10 segundos. Conforme o layout.
- Verificar os resultados obtidos.

- Editar os dados iniciais e finais, e manter somente o correspondente aos 10 segundos.



- Verificar os resultados obtidos.

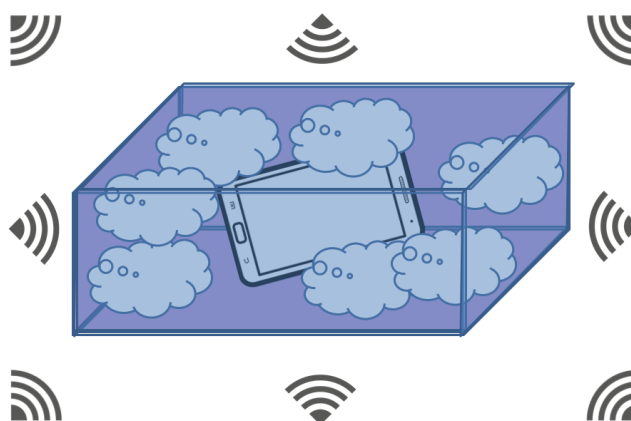
Observação:

- Nomear cada cartão de coleta do projeto **Silêncio** respectivamente:
 - CaixaFechadaFreq0.
 - CaixaFechadaInten0.

Como?

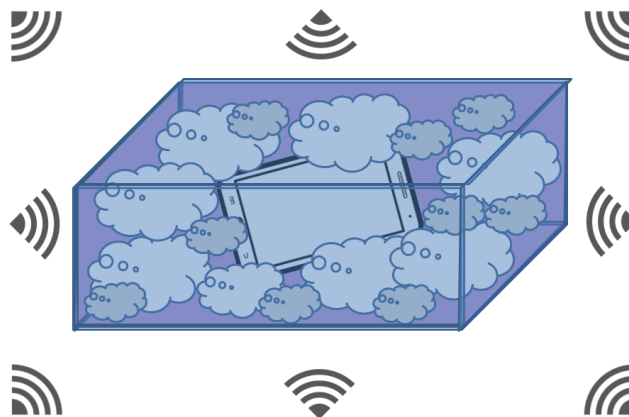
Experimento 3

- Montar CÂMARA ANECÓICA fechada, com amortecedores sonoros, conforme layout.



- Selecionar **Sensor de Frequência Sonora**.
- Gravar coleta do som durante 10 segundos. Conforme o layout.
- Selecionar **Sensor de Intensidade Sonora**.
- Gravar coleta do som durante 10 segundos. Conforme o layout.
- Editar os dados iniciais e finais, e manter somente o correspondente aos 10 segundos.
- Verificar os resultados obtidos.

- Inserir mais obstáculos sonoros e testar.

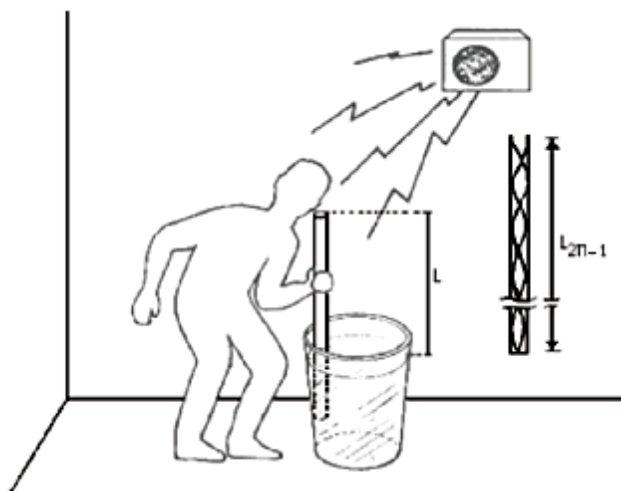


- Selecionar **Sensor de Frequência Sonora**.
- Gravar coleta do som durante 10 segundos. Conforme o layout.
- Selecionar **Sensor de Intensidade Sonora**.
- Gravar coleta do som durante 10 segundos. Conforme o layout.
- Editar os dados iniciais e finais, e manter somente o correspondente aos 10 segundos.
- Verificar os resultados obtidos.

Observação:

- Nomear cada cartão de coleta do projeto **Silêncio** respectivamente:
 - CaixaFechadaFreq1.
 - CaixaFechadaInten1.
 - CaixaFechadaFreq2.
 - CaixaFechadaInten3.
 - CaixaFechadaFreq3.
 - CaixaFechadaInten4.

APÊNDICE B - 2 – Tubos sonoros.

TUBOS SONOROS**O que?**

- Determinar a velocidade do som no ar através da detecção da ressonância de ondas sonoras num tubo aberto.

Quem?

Aluno, professor, monitor e pesquisador.

Onde?

- Residência do aluno.
- Sala de aula.
- Laboratório de Física.

Por quê?

- Descrever conceitos acústicos. (Compreensão)
- Examinar o som através de um tubo sonoro. (Análise)
- Esquematizar experimento para medir velocidade do som (Síntese)
- Comparar resultados obtidos. (Análise)

Quando?

- Período do projeto: 00/00 e 00/00.
- Relatório de análise: 00/00 e 00/00.

Como?**Material:**

- Diferentes copos e taças.
- Um smartphone.
- Gerador de frequência.
- Balde de água com altura mínima de 50 cm.
- 60 cm de cano PVC de 32 mm.

Como?

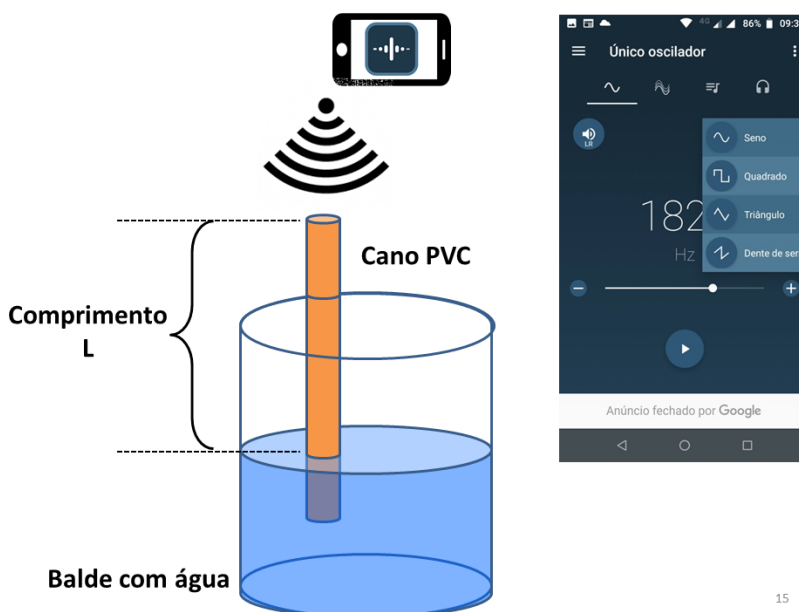


1) Instale o APP: Gerador de frequência . Gerar as seguintes frequências: 1200, 1600, 2000, 2400, 2800, 3200, 3600 e 4000

2) A montagem experimental é apresentada abaixo e consiste em um **balde**, cuja **altura mínima é de 50 cm**, com água, no qual é introduzido um cano de PVC de **60 cm de comprimento e 32 mm de largura**.

Dessa forma, o comprimento da coluna de ar pode ser variado de forma simples, o que possibilita detectar facilmente **pontos de ressonância** através da audição colocando-se o ouvido na extremidade superior do cano de PVC.

A **distância L**, mostrada no experimento, é medida através de uma régua milimétrica.



3) Introduza, lentamente, uma das suas extremidades do cano no balde cheio de água para que o comprimento da coluna de ar no cano diminua.

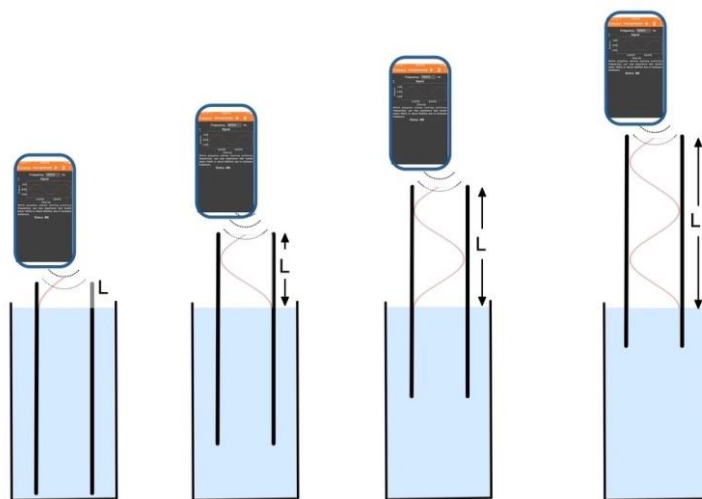
Ao mesmo tempo, **coloque o ouvido próximo do cano** à outra extremidade para que a ressonância seja percebida.

Quando a ressonância for atingida, através da reflexão das ondas na superfície da água no interior do tubo, **tem-se a impressão de que essas ondas estão sendo emitidas de dentro do tubo** sendo que isso acontece por causa do reforço na energia da onda sonora;

4) Através da percepção sonora, faça um ajuste fino na posição vertical do tubo e **meça a distância L1 da extremidade superior do tubo até a lâmina d'água**. Este procedimento será repetido, diminuindo a coluna de ar até a obtenção da próxima ressonância;

5) Quando a **segunda ressonância** for atingida, mede-se a **distância L3** da extremidade superior do tubo até a lâmina d'água;

6) Repete-se o procedimento anterior até a obtenção da **terceira ressonância** consecutiva para que seja obtida a distância **L5** da extremidade superior do tubo até a lâmina d'água.



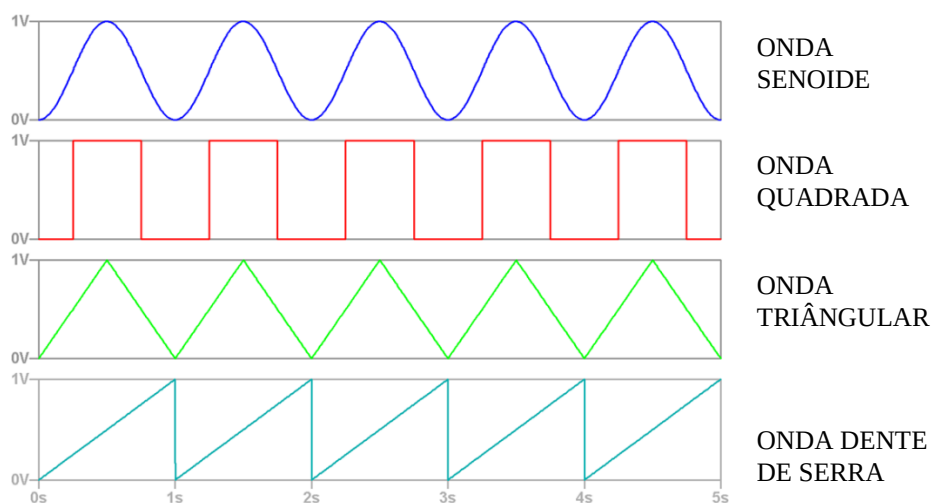
Através da distâncias **L1**, **L3** e **L5** obtém-se as diferenças:

$$\Delta L1 = L3 - L1$$

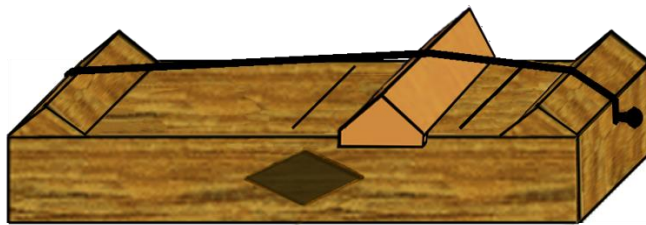
$$\Delta L2 = L5 - L3$$

Obtendo-se a diferença, ΔL entre duas distâncias L consecutivas, para cada frequência f , pode-se construir o gráfico ΔL versus f obtendo-se uma hipérbole.

Utilizando os APPs Android: Gerador de frequência , teste alterando os tipos de ondas:



APÊNDICE B - 3 – Monorcórdio.

MONOCÓRDIO**O que?**

- Instrumento de musical pitagórico.
- Densidade elástica das cordas na acústica.
- Frequências sonoras e o tensionamento de cordas.

Quem?

Aluno, professor e pesquisador.

Onde?

- Residência do aluno.
- Sala de aula.
- Laboratório de Física.

Por quê?

- Descrever conceitos acústicos. (Compreensão)
- Examinar características acústicas em um Monocórdio. (Análise)
- Empregar aparato para estudo de cordas e sonoridade. (Aplicação)
- Comparar resultados obtidos. (Análise)

Quando?

- Período do projeto: 00/00 e 00/00.
- Relatório de análise: 00/00 e 00/00.

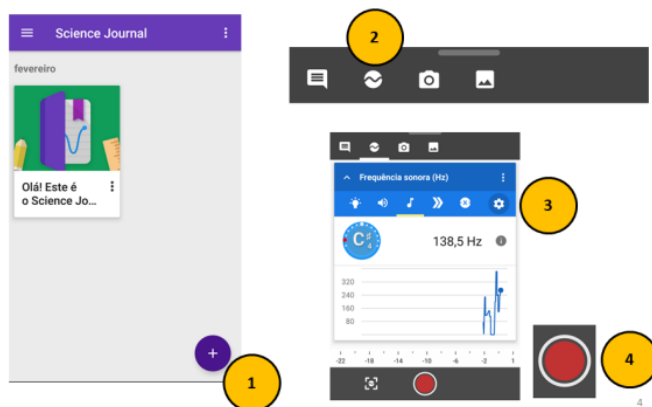
Como?**Material:**

- Uma caixa (plástico ou papelão).
- Elástico de borracha.
- Dois lápis.
- Régua.
- Um smartphone.
- App Google Science Journal.

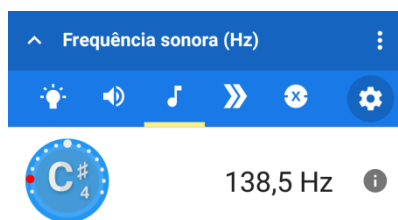
Como?

Experimento 1

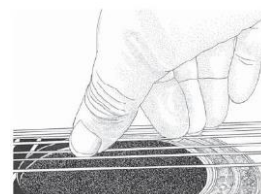
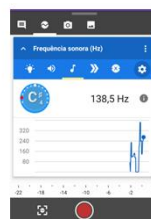
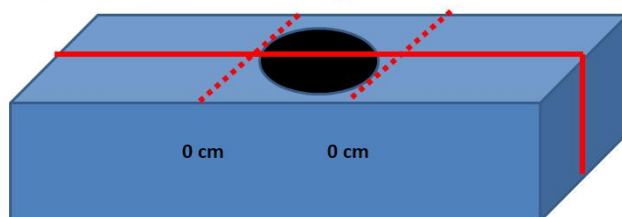
- Instalar o **APP Google Science Journal** no smartphone.
- Acionar o **APP Google Science Journal**.



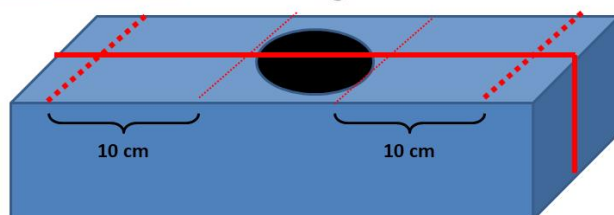
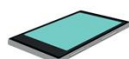
- Criar um projeto como o nome: **Monocórdio**.
- Selecionar **Sensor de Frequência Sonora**.



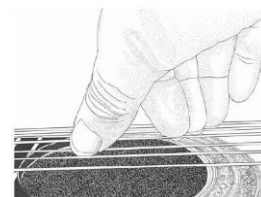
- Aproximar o smartphone do Monorcórdio, conforme o layout. Nos pontilhados são colocados os lápis. Dedilhar o elástico semelhante a um violão
 - Na borda da embocadura.



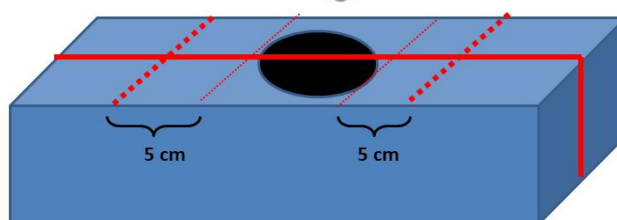
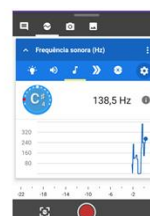
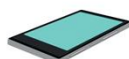
- Os dois lápis afastados 10 cm.



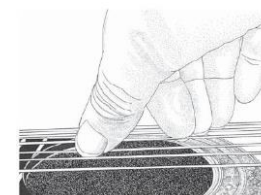
11



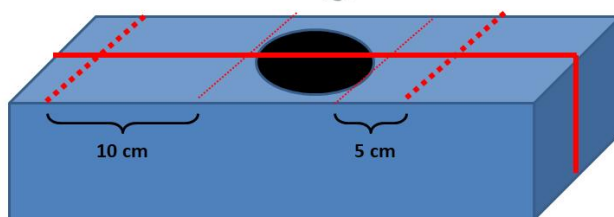
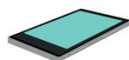
- Os dois lápis afastados 5 cm.



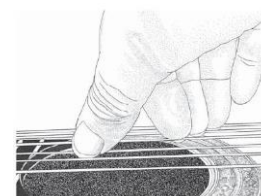
13



- Um afastado 5 cm e o outro 10 cm.



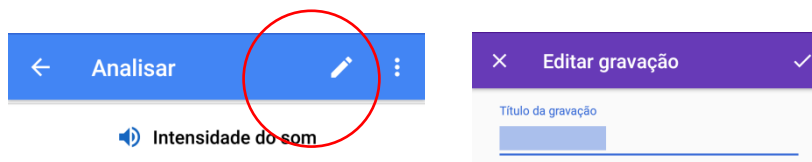
12



- Verificar os gráficos obtidos.

Observação:

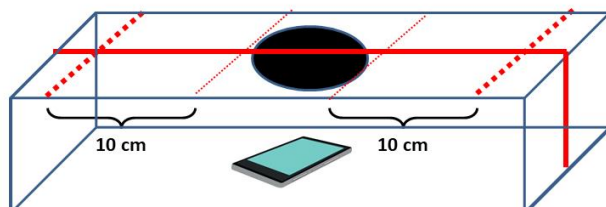
- Nomear cada cartão de coleta do projeto **Monorcórdio** respectivamente:
 - MonoExt-0-0.
 - MonoExt-5-5.
 - MonoExt-5-10
 - MonoExt-10-10



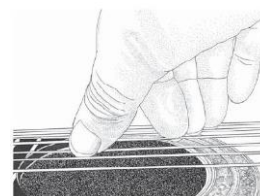
Como?

Experimento 2

- Deixar o smartphone dentro do Monorcórdio, conforme o layout. Nos pontilhados são colocados os lápis. Dedilhar o elástico semelhante a um violão



5



- Executar o experimento com as mesmas medidas.
 - Distância 0 (zero) e 0 (zero) cm.
 - Distância 5 e 5 cm.
 - Distância 5 e 10 cm.
 - Distância 10 e 10 cm.
- Verificar os gráficos obtidos.

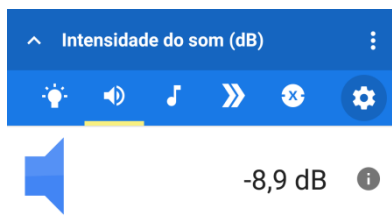
Observação:

- Nomear cada cartão de coleta do projeto **Monorcórdio** respectivamente:
 - MonoInt-0-0.
 - MonoInt-5-5.
 - MonoInt-5-10
 - MonoInt-10-10

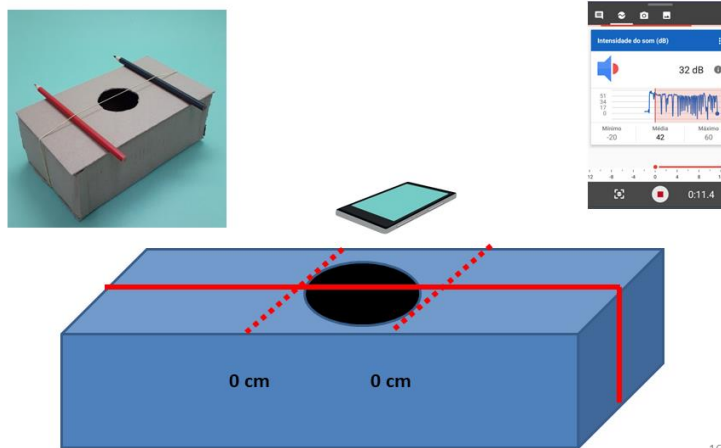
Como?

Experimento 3

- Selecionar **Sensor de Intensidade Sonora**.



- Deixar o smartphone dentro do Monorcórdio, conforme o layout. Nos pontilhados são colocados os lápis. Dedilhar o elástico semelhante a um violão



16

- Executar o experimento com as mesmas medidas.
 - Distância 0 (zero) e 0 (zero).
 - Distância 5 e 5.
 - Distância 5 e 10.
 - Distância 10 e 10.
- Verificar os gráficos obtidos.

Observação:

- Nomear cada cartão de coleta do projeto **Monorcórdio** respectivamente:
 - MonoExt-0-0-bB.
 - MonoExt-5-5-bB.
 - MonoExt-5-10-bB.
 - MonoExt-10-10-bB.

APÊNDICE B - 4 – Caixa amplificada.

CAIXA AMPLIFICADA**O que?**

- Estudo sobre Altura e Intensidade sonora.
- Aparato para ouvir o som mais Forte ou mais Fraco.
- Conhecer tipos diferentes de ondas sonoras.

Quem?

Aluno, professor e pesquisador.

Onde?

- Residência do aluno.
- Sala de aula.
- Laboratório de Física.

Por quê?

- Descrever conceitos acústicos. (Compreensão)
- Identificar som Forte de um som Fraco. (Compreensão)
- Examinar tipos diferentes de ondas. (Análise)
- Empregar aparato para estudo dos tipos de ondas sonoras. (Aplicação)
- Comparar resultados obtidos. (Análise)

Quando?

- Período do projeto: 00/00 e 00/00.
- Relatório de análise: 00/00 e 00/00.

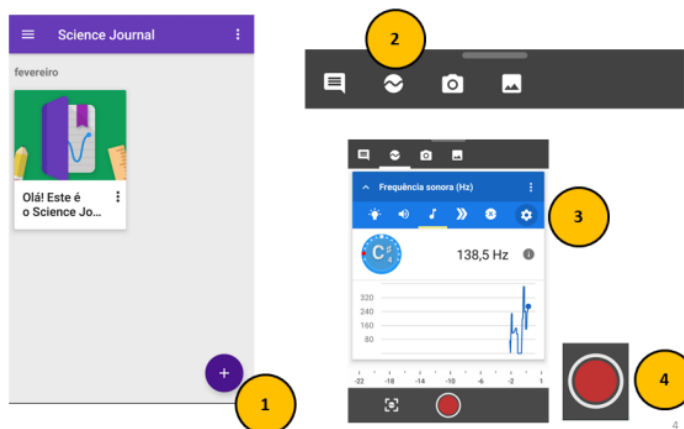
Como?**Material:**

- Dois copos de plásticos.
- Um tubo: papelão ou plástico.
- Estilete, régua e tesoura.
- Dois smartphone.
- App Google Science Journal.
- App Gerador de frequência.

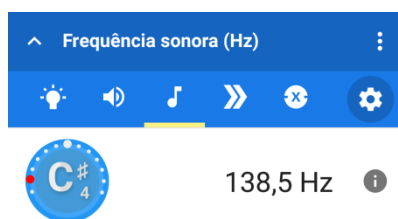
Como?

Experimento 1

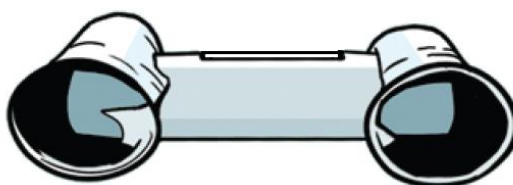
- Instalar o **APP Google Science Journal** no smartphone.
- Acionar o **APP Google Science Journal**.



- Criar um projeto como o nome: **Caixa Amplificada**.
- Selecionar **Sensor de Frequência Sonora**.



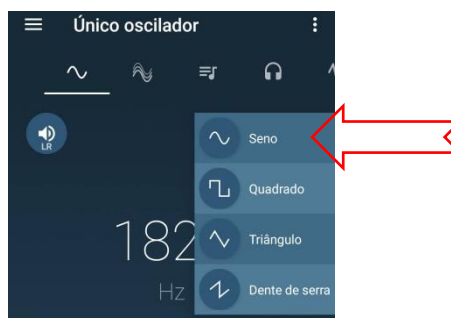
- Montar a caixa amplificadora.



- Instalar o **APP Gerador de frequência** em outro smartphone



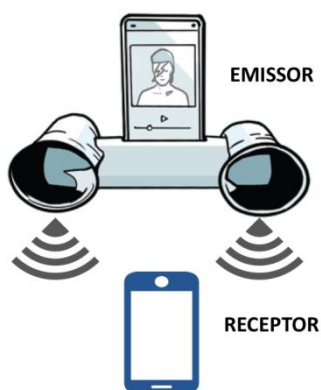
- Configura o **APP Gerador de frequência** para **440 Hz**. No módulo **SENO**.



- Abrir o projeto **Caixa Amplificada**.
- Executar o **APP Gerador de frequência**.
- Gravar coleta do som externo. Conforme o layout.



- Executar o **APP Gerador de frequência** novamente.
- Gravar coleta do som transmitido. Conforme o layout



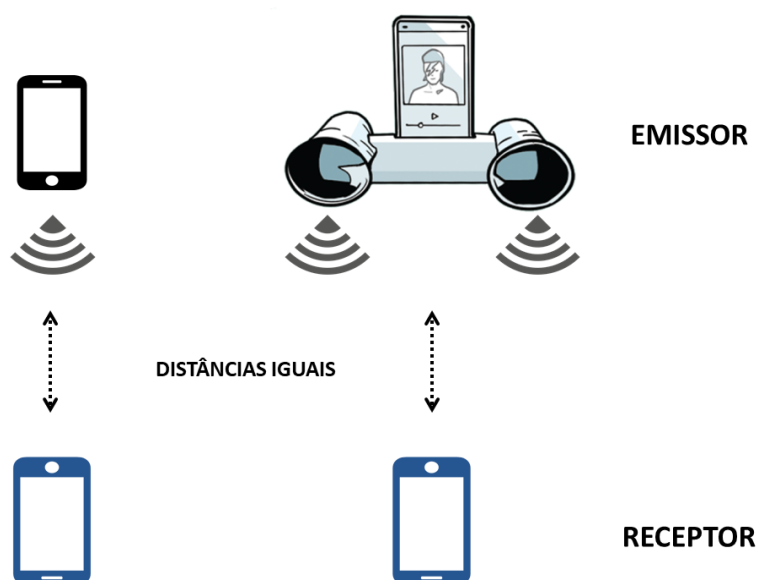
- Executar o experimento com as demais opções (externamente e internamente):
 - Quadrado.
 - Triângulo.
 - Dente de serra
- Verificar os gráficos obtidos.

Observação:

- Nomear cada cartão de coleta do projeto **Caixa Amplificada** respectivamente:
 - SomExtSeno.
 - SomIntSeno.
 - SomExtQuadrado.
 - SomIntQuadrdo.
 - SomExtTriangulo.
 - SomIntTriangulo.
 - SomExtSerra.
 - SomIntSerra.

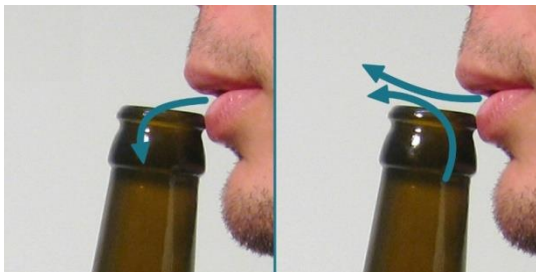
Observação:

- Manter aproximadamente a mesma distância.



APÊNDICE B - 5 – Vidroflauta.

FLAUTA DE GARRAFA (VIDROFLAUTA)



O que?

- Ondas sonoras em um tubo fechado.
- Harmônicos em uma garrafa.
- Alterações no meio (garrafa congelada).
- Refração sonora.

Quem?

Aluno, professor e pesquisador.

Onde?

- Residência do aluno.
- Sala de aula.
- Laboratório de Física.

Por quê?

- Descrever conceitos acústicos. (Compreensão)
- Diferenciar sons Agudos e Graves através de experimento. (Análise)
- Examinar ocorrência de refração com a onda de som. (Análise)
- Comparar resultados obtidos. (Análise)

Quando?

- Período do projeto: 00/00 e 00/00.
- Relatório de análise: 00/00 e 00/00.

Como?

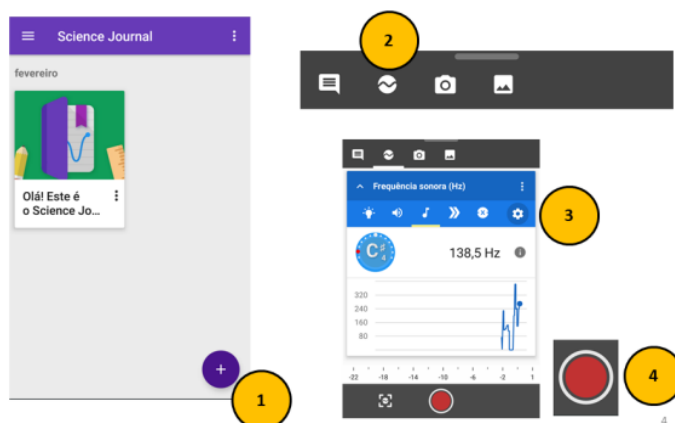
Material:

- Três garrafas de vidro: pequena, média e grande
- Um lápis.
- Jarra d'água.
- Sal de cozinha.
- Um smartphone.
- App Google Science Journal.

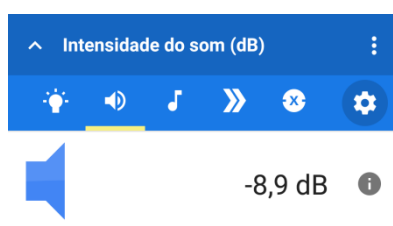
Como?

Experimento 1

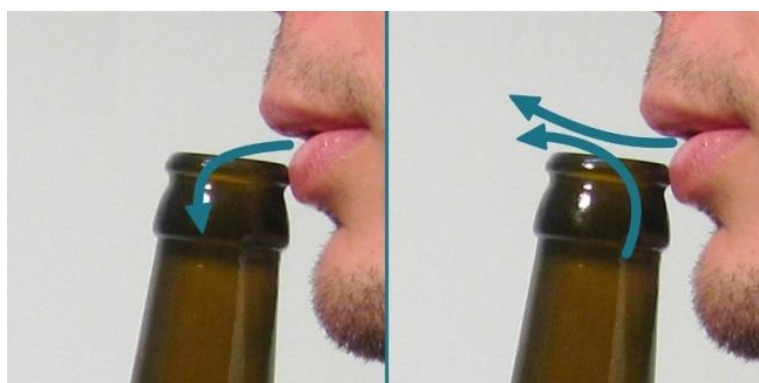
- Instalar o **APP Google Science Journal** no smartphone.
- Acionar o **APP Google Science Journal**.



- Criar um projeto como o nome: **Vidroflauta**.
- Selecionar **Sensor de Intensidade Sonora**.



- Soprar no bocal da **garrafa vazia**, observando o ar saindo conforme a ilustração. Tentar obter um som estável, isto é, equalizado.



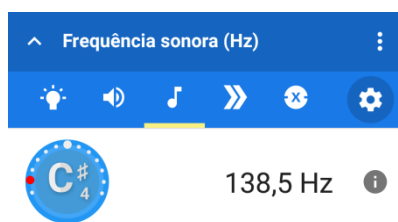


Senão conseguir obter o som, mudar o ângulo ou a força do sopro

- Soprar três vezes e gravar o som no cartão do projeto.



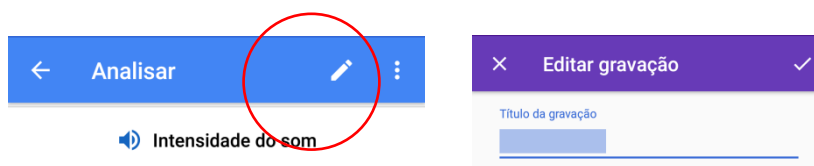
- Gravar coleta do som, conforme o layout.
- Identificar a nota musical.
- Selecionar **Sensor de Frequência Sonora**.



- Verificar os resultados obtidos.

Observação:

- Nomear cada cartão de coleta do projeto **Vridrofone** respectivamente:
 - PequenaIntesidade.
 - MediaIntesidade.
 - GrandeIntesidade.
 - PequenaNotaMusical.
 - MediaNotaMusical.
 - GrandeNotaMusical.



Como?

Experimento 2

- Preencha as três garrafas com água ao seu gosto.



- Execute os mesmos experimentos.
 - Intensidade sonora.
 - Frequência sonora.
- Gravar coleta do som, conforme o layout.

Observação:

- Nomear cada cartão de coleta do projeto **Vridrofone** respectivamente:
 - PequenaIntesidadeÁgua.
 - MediaIntesidadeÁgua.
 - GrandeIntesidadeÁgua.
 - PequenaNotaMusicalÁgua.
 - GarrafaMediaNotaMusicalÁgua.
 - GarrafaGrandeNotaMusicalÁgua.

Como?**Experimento 3**

- Escolha uma garrafa e mantenha no congelador durante 1 dia.



- Execute os mesmos experimentos.
 - Intensidade sonora.
 - Frequência sonora.
- Gravar coleta do som, conforme o layout.

Observação:

- Nomear cada cartão de coleta do projeto **Vidrofone** respectivamente:
 - GarrafaIntensidadeFria.
 - GarrafaFrequênciaFria.

APÊNDICE B - 6 – Vitrofone.

VIDROFONE**O que?**

- Notas musicais.
- Escala de notas.
- Sons graves e agudos.
- Densidade dos líquidos.

Quem?

Aluno, professor e pesquisador.

Onde?

- Residência do aluno.
- Sala de aula.
- Laboratório de Física.

Por quê?

- Descrever conceitos acústicos. (Compreensão)
- Identificar notas/tons musicais. (Compreensão)
- Examinar de forma experimental frequências sonoras. (Compreensão)
- Analisar a influência da densidade de líquidos nas frequências sonoras. (Análise)
- Comparar resultados obtidos. (Bloom – Análise)

Quando?

- Período do projeto: 00/00 e 00/00.
- Relatório de análise: 00/00 e 00/00.

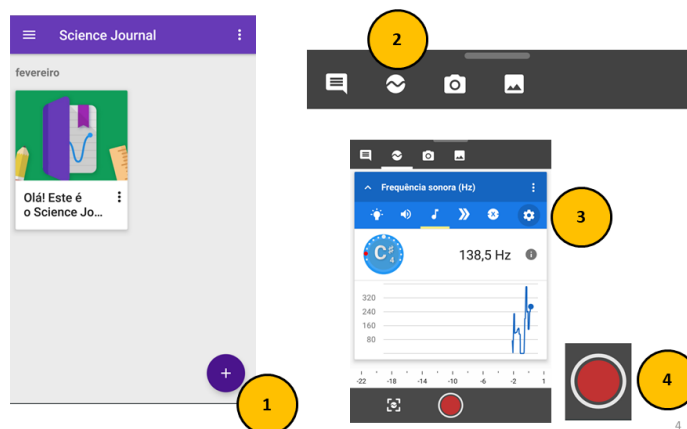
Como?**Material:**

- Uma caneta ou lápis.
- Sete frascos ou garrafas de vidro.
- Jarra d'água.
- Sal de cozinha.
- Um smartphone.
- App Google Science Journal.

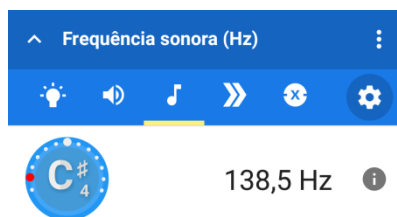
Como?

Experimento 1 – identificação nas notas musicais.

- Instalar o **APP Google Science Journal** no smartphone.
- Acionar o **APP Google Science Journal**.



- Criar um projeto como o nome: **Vidrofone**.
- Selecionar **Sensor de Frequência Sonora**.



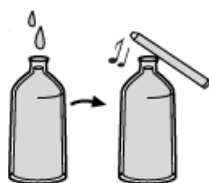
- Observar as notas e suas cifras:

C	D	E	F	G	A	B
Dó	Ré	Mi	Fá	Sol	Lá	Si

- Separar sete frascos ou garrafas de vidro.



- Encher o primeiro frasco com água até a boca. Bater levemente no frasco com o lápis para tirar o som da primeira nota.



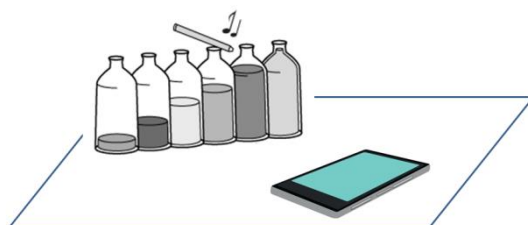
- Completar o segundo frasco com um pouco menos de água. Bater levemente e tire o som de uma nota com um tom mais alto.



- Fazer o mesmo com demais frascos restantes e tire o som das demais notas da escala musical (Completar os fracos com quantidades cada vez menos de água).



- Posicionar o smartphone conforme indicado



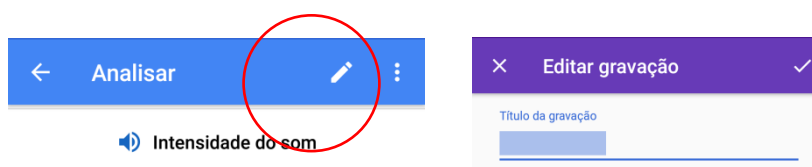
- Clicar no **botão vermelho** e iniciar uma gravação.
- Utilizar o lápis e bater em cada um dos frascos de maneira igual duas vezes somente.



- Gravar os sons da escala de **maior frequência** para **menor frequência**.
- Gravar os sons da escala de **menor frequência** para **maior frequência**.
- Gravar os **extremos da escala**, por exemplo: Dó e Si, Ré e Lá, Mi e Sol.
- Verificar os gráficos obtidos.

Observação:

- Nomear cada cartão de coleta do projeto **Vidrofone** respectivamente:
 - EscalaMaior.
 - EscalaMenor.
 - ExtremoDóSi.
 - ExtremoRéLá.
 - ExtremoMiSol.

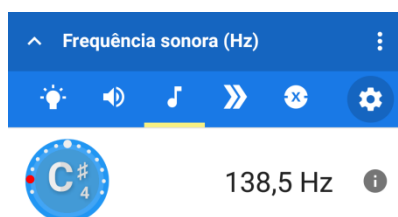


Como?

Experimento 2



- Separar um frasco.
- Selecionar **Sensor de Frequência Sonora**.



- Identificar sua nota musical.
- Gravar o som do frasco.
- Dissolver duas ou mais colheres de sal frasco sem deixar resíduos no fundo.
- Gravar novamente o som e verificar se ocorreu alguma alteração.
- Verificar os gráficos obtidos.

Observação:

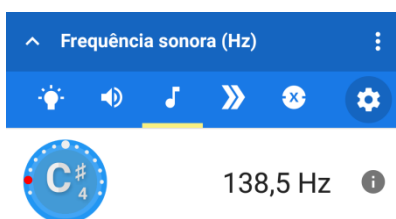
- Nomear cada cartão de coleta do projeto **Vidrofone** respectivamente:
 - ExperimentoSemSal.
 - ExperimentoComSal.

Como?

Experimento 3



- Separar dois frascos
- Preencher um dos frascos com água até quase a boca.
- Selecionar **Sensor de Frequência Sonora**.



- Gravar o som dos dois no mesmo cartão de coleta.
- Tampar os dois frascos.
- Gravar novamente o som dos dois e verificar se ocorreu alguma alteração.
- Verificar os gráficos obtidos.

Observação:

- Nomear cada cartão de coleta do projeto **Vidrofone** respectivamente:
 - FrascosAbertos.
 - FrascosTampados.

Observação:

- Nem sempre é possível identificar todas as notas, por vezes conseguem-se somente seis das sete notas.
- Cada frasco ou garrafa de vidro possui uma nota específica, correspondente ao seu tamanho, espessura, formato, abertura da boca, isto é, depende da sua estrutura. Portanto a nota do 'vidro' pode ser inicialmente um **Sol** ao invés de um **Dó**, esse fato pode alterar o nível de cada líquido do **Vidrofone**.

APÊNDICE B - 7 – Ressonância sonora.

RESSONÂNCIA**O que?**

- Estudo sobre ressonância do som.
- Comportamento das ondas sonoras em diferentes estruturas e materiais.
- Ondas sonoras e a mudança de densidade do meio.

Quem?

Aluno, professor e pesquisador.

Onde?

- Residência do aluno.
- Sala de aula.
- Laboratório de Física.

Por quê?

- Descrever conceitos acústicos. (Compreensão)
- Examinar o som através de diferentes estruturas e materiais. (Análise)
- Esquematizar experimento sonoro (Síntese)
- Comparar resultados obtidos. (Análise)

Quando?

- Período do projeto: 00/00 e 00/00.
- Relatório de análise: 00/00 e 00/00.

Como?

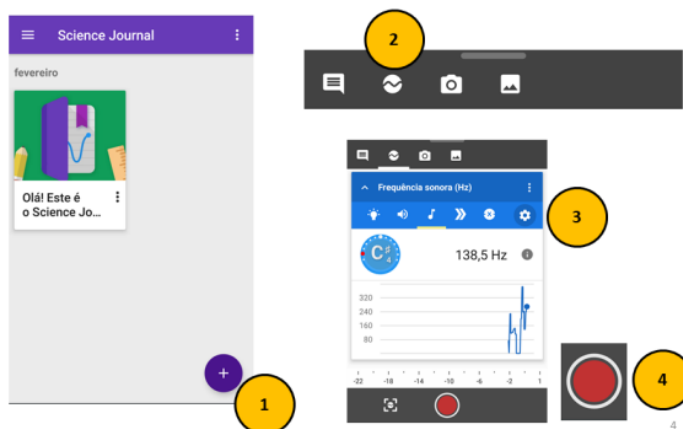
Material:

- Diferentes copos e taças.
- Um smartphone.
- App Google Science Journal.
- Um recipiente (bacia) que cubra o taça ou o copo.

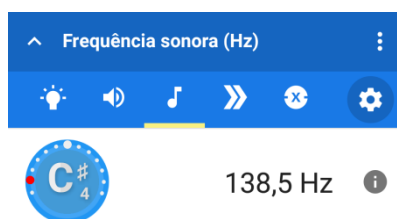
Como?

Experimento 1 – identificação nas notas musicais.

- Instalar o **APP Google Science Journal** no smartphone.
- Acionar o **APP Google Science Journal**.



- Criar um projeto como o nome: **Ressonância**.
- Selecionar **Sensor de Frequência Sonora**.



- Observar as notas e suas cifras:

C	D	E	F	G	A	B
Dó	Ré	Mi	Fá	Sol	Lá	Si

- Separar uma taça, molhar sua borda e girar o dedo levemente até obter um tom.



- Gravar a coleta dos dados identificando cada copo ou taça do experimento.
- Verificar os gráficos obtidos.

Observação:

- Nomear cada cartão de coleta do projeto **Ressonância** respectivamente:
 - CopoNotaFA, CopoNotaMi, CopoNotaDó, etc.

Como?

Experimento 2

- Inserir água no copo ou taça.



- Gravar a coleta dos dados identificando cada copo ou taça do experimento.
- Verificar os gráficos obtidos.
- Verificar a frequência.

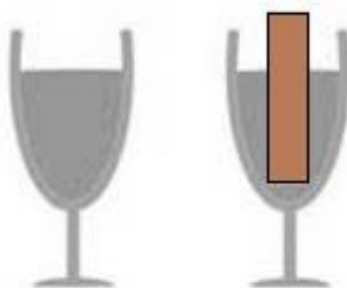
Observação:

- Nomear cada cartão de coleta do projeto **Ressonância** respectivamente:
 - CopoSemÁgua.
 - CopoComÁgua.

Como?

Experimento 3

- Inserir um objeto sólido no copo ou taça com água.



- Gravar a coleta dos dados identificando cada copo ou taça do experimento.
- Verificar os gráficos obtidos.
- Verificar a frequência.

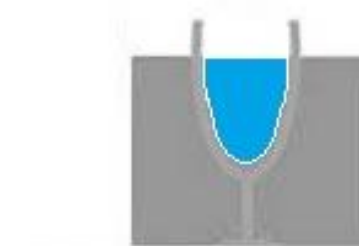
Observação:

- Nomear cada cartão de coleta do projeto **Ressonância** respectivamente:
 - CopoÁguaSemObj.
 - CopoÁguaComObj.

Como?

Experimento 4

- Mergulhar o copo ou a taça com um recipiente (bacia) com água.



- Gravar a coleta dos dados identificando cada copo ou taça do experimento.
- Verificar os gráficos obtidos.
- Verificar a frequência.

Observação:

- Nomear cada cartão de coleta do projeto **Ressonância** respectivamente:
 - CopoSemÁguaRecipiente.
 - CopoComÁguaRecipiente.

APÊNDICE B - 8 – Teledone de corda.

TELEFONE DE CORDA**O que?**

- Sons graves, médios e agudos.
- Tonalidades da voz humana.
- Influência de diferentes meios materiais na transmissão sonora.
- Estudo das frequências.

Quem?

Aluno, professor e pesquisador.

Onde?

- Residência do aluno.
- Sala de aula.
- Laboratório de Física.

Por quê?

- Descrever conceitos acústicos. (Compreensão)
- Comparar diferentes meios materiais na transmissão sonora. (Análise).
- Construir experimento para experimentação sonora. (Análise)
- Comparar resultados obtidos. (Análise)

Quando?

- Período do projeto: 00/00 e 00/00.
- Relatório de análise: 00/00 e 00/00.

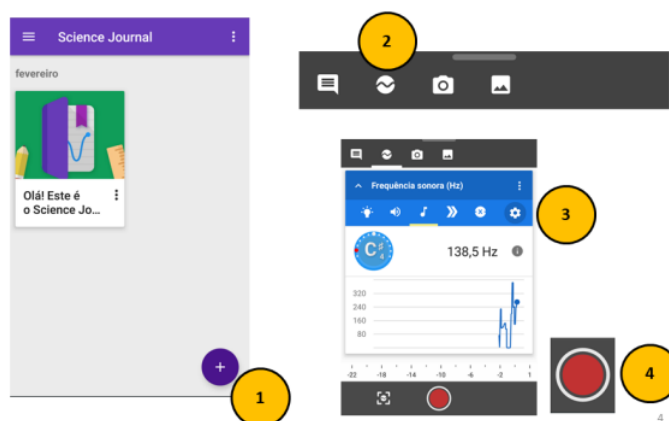
Como?**Material:**

- Dois copos de plásticos ou duas latas de metal.
- Dois clips de papel.
- Barbante, nylon, linha de tricô, linha de crochê, fio de metal fino.
- Dois smartphones.
- App Google Science Journal.
- App Gerador de frequência.

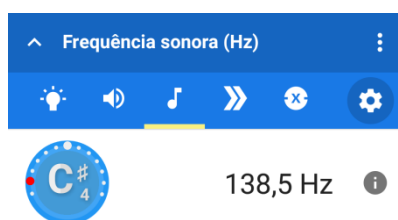
Como?

Experimento 1

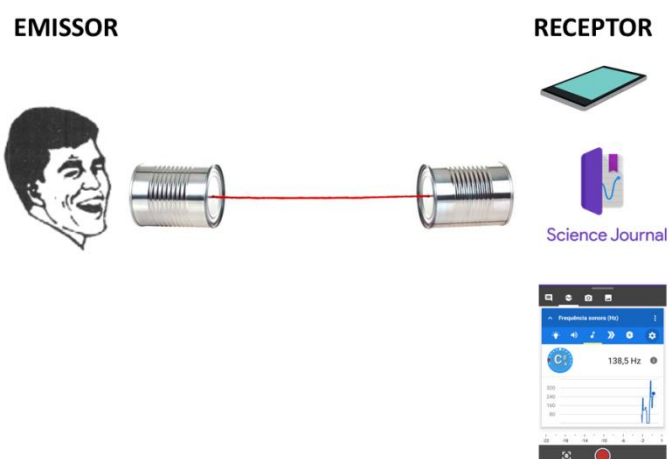
- Instalar o **APP Google Science Journal** no smartphone.
- Acionar o **APP Google Science Journal**.



- Criar um projeto como o nome: **Telefone**.
- Selecionar **Sensor de Frequência Sonora**.



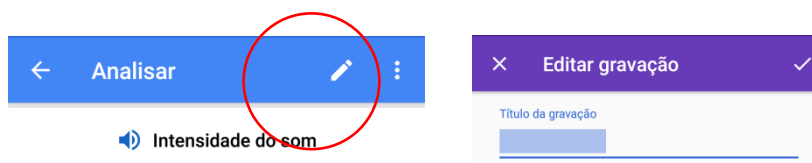
- Esticar **2 metros** os dois copos ou as duas latas e acionar os APP, conforme o layout:



- Gravar o som da voz falada. Pedir para outra pessoa:
 - Falar alto.
 - Falar baixo.
 - Falar grosso.
 - Falar fino.
 - Bater com um lápis.
- Esticar **5 metros** os dois copos ou as duas latas e acionar os APP e executar o mesmo passos.
- Esticar **10 metros** os dois copos ou as duas latas e acionar os APP e executar o mesmo passos.
- Verificar os gráficos obtidos.

Observação:

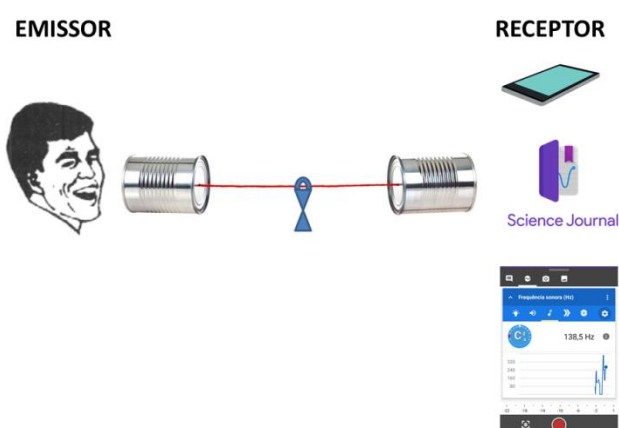
- Nomear cada cartão de coleta do projeto **Telefone** respectivamente:
 - 2metrosVoz.
 - 4metrosVoz.
 - 10metrosVoz



Como?

Experimento 2

- Pendurar pesos na corda.
- Esticar **2 metros** os dois copos ou as duas latas e acionar os APP, conforme o layout:



- Gravar o som da voz falada **sem peso**. Pedir para outra pessoa falar normal.
- Gravar o som da voz falada **com peso**. Pedir para outra pessoa falar normal.
- Verificar os gráficos obtidos.

Observação:

- Nomear cada cartão de coleta do projeto **Telefone** respectivamente:
 - SemPesoVoz.
 - ComPesoVoz.

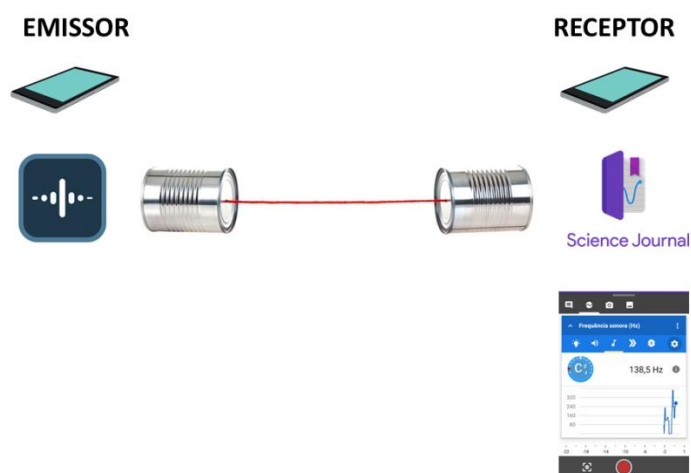
Como?

Experimento 3

- Instalar o **APP Gerador de frequência** em outro smartphone



- Esticar **2 metros** os dois copos ou as duas latas e acionar os APPs, conforme o layout:



- Selecionar a frequência de **100 Hz** no **APP Gerador de frequência**.
- Gravar a **frequência** no **receptor** de três a cinco vezes no mesmo cartão de coleta, conforme ilustrado.



- Selecionar as frequências **200 Hz**, **400 Hz**, **800 Hz** e **1000 Hz** no **APP Gerador de frequência** e testar.
- Verificar os gráficos obtidos.

Observação:

- Nomear cada cartão de coleta do projeto **Telefone** respectivamente:
 - Freq100hz.
 - Freq200hz.
 - Freq400hz.
 - Freq800hz.
 - Freq1000hz.

Observação:

- Testar com linha de nylon, tricô, crochê ou um fio de metal fino.

APÊNDICE C - 1 – Matriz de Planejamento e Design Instrucional (Matriz PDI).

**MATRIZ DE PLANEJAMENTO PEDAGÓGICO
E DESIGN INSTRUCIONAL (MATRIZ DI)**

1. DADOS GERAIS

1.1 Planejamento da disciplina

Disciplina	FISICA Código: Semestre:
Ementa	Generalidades sobre ondas. Ondas mecânicas e eletromagnéticas. Ondas sonoras. Movimentos periódicos. Movimento Harmônico Simples. Generalidades sobre ondas. Ondas mecânicas e eletromagnéticas. Ondas sonoras.
Objetivo Geral	Proporcionar aos alunos uma abordagem ativa de ensino e para compreender as características do som, com a utilização de recursos tecnológicos.
Objetivos Específicos	• Conhecer e utilizar conceitos físicos sobre ondulatória; • Relacionar, quantificar e identificar grandezas físicas relacionadas no movimento ondulatório; • Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas para expressão do saber físico; • Expressar corretamente a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica; • Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento aprendido, através de tal linguagem; • Construir e identificar situação-problema, identificando a situação física, utilizando modelos físicos; • Articular o conhecimento físico com conhecimento de outras áreas do saber científico e tecnológico; • Aplicar conceitos trabalhados em sala de aula a situações cotidianas próximas da realidade tecnológica e científica.

Conteúdo Programático	Ondas Mecânicas. • Conceitos fundamentais. • Natureza das ondas. • Tipos de Ondas numa corda. • Relação de Mayer. • Reflexão e refração de pulsos. • Ondas periódicas. • Função de onda unidimensional. • Concordância e oposição de fase. • Frente de onda. • Princípio de Huygens. • Reflexão e refração de ondas periódicas. • Difração de ondas. • Polarização de ondas Ondas sonoras. • Ondas sonoras. • A velocidade do som. • Qualidades fisiológicas do som. • Propriedades do som. • Cordas vibrantes. • Ressonância. • Colunas de ar vibrante. • Tubos sonoros. • Efeito Doppler. • Ressonância a barreira do som. • A barreira do som.
-----------------------	---

Pré-requisitos	Conhecimentos básicos em TDIC
Público Alvo	Nível: TÉCNICO
Informações	

2. RECURSOS HUMANOS

2.1 Corpo Técnico

	Nome	E-mail	Telefone
Especialistas de Conteúdo			
Professores Formadores			
Coordenação Geral			
Assessoria/Coordenação Pedagógica			
Suporte Técnico			

3. PLANEJAMENTO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO

3.1 AGENDA - Descrição do Evento / Data

Encontro: () Presencial () Semipresencial (x) Remoto:

Inicial: 00/00/0000

Aula 1: 00/00/0000 a 00/00/0000

Aula 2: 00/00/0000 a 00/00/0000

Aula 3: 00/00/0000 a 00/00/0000

Aula 4: 00/00/0000 a 00/00/0000

Aula 5: 00/00/0000 a 00/00/0000

Aula 6: 00/00/0000 a 00/00/0000

Aula 7: 00/00/0000 a 00/00/0000

Aula 8: 00/00/0000 a 00/00/0000

Final: 00/00/0000

Apresentação dos trabalhos:

Trabalho 1: 00/00/0000 a 00/00/0000

Trabalho 2: 00/00/0000 a 00/00/0000

Trabalho 3: 00/00/0000 a 00/00/0000

Trabalho 4: 00/00/0000 a 00/00/0000

Trabalho 5: 00/00/0000 a 00/00/0000

Trabalho 6: 00/00/0000 a 00/00/0000

Trabalho 7: 00/00/0000 a 00/00/0000

Trabalho 8: 00/00/0000 a 00/00/0000

Observações:

- O conteúdo será disponibilizado:
 - AVA – Google Sala de Aula (**Google Classroom**).
 - Uso obrigatório da conta institucional.
- As seguintes plataformas serão utilizadas:
 - Portal de vídeo **Youtube**.
 - Simulador **Phet**.
 - Simulador **Chrome Music Lab**.
 - Simulador do professor **Vladimír Vašćák** (Escola Secundária Industrial Zlín).
 - APP Arduino Science Journal,
 - Formulários Google.
- Os encontros remotos serão realizados via videoconferência através da plataforma **Google Meet**.
- A apresentação dos trabalhos será através do encaminhamento de relatórios virtual.

4. MENU MURAL (Google Sala de Aula)



Mural

- ☒ Apenas professores podem postar ou comentar
- ☐ Os alunos podem postar e comentar
- ☐ Os alunos só podem comentar

Atividade no Mural

- ☐ Mostrar anexos e detalhes
- ☐ Mostrar notificações condensadas
- ☒ Ocultar notificações

Mostrar itens excluídos

- ☒ Apenas professores podem ver itens excluídos.

Comunique-se com sua turma aqui

☐ Crie e programe avisos

☐ Responda às postagens dos alunos

Para

Física Experi...

Todos os alu...

Escreva um aviso para sua turma

B

I

U

≡

✕

Adicionar

Cancelar

Postar

Aviso 1	Consultem os nossos três documentos que estão postados no Tópico: Contrato Didático. - Contrato Didático. - Regras de Convivência. - PUD (Plano da Unidade Didática). Neles estabelecemos nosso processo de ensino, avaliação, calendário de encontros e experimentações que serão realizadas durante a disciplina.
Aviso 2	Nosso pré-teste para revisão do conteúdo de Ondulatória deverá ser respondido até o dia 00/00/000.
Aviso 3	Levantamento sobre TDIC. Estamos realizando este levantamento para verificar os recursos teológicos e Makers que os nossos alunos dispõem.
Aviso 4	Data de nosso primeiro encontro. Aula 1: 00/00/000 a 00/00/000 Data: 00/00/000 Aplicativo: Google Meet. Horário: 00:00 às 00:00
Aviso 5	Nossa avaliação on-line do conteúdo da aula 1: Data: 00:00 às 00:00
Aviso 6	O relatório do projeto do experimento 1 deve ser postado até: Data: 00:00 às 00:00
Aviso 7	Data de nosso segundo encontro. Aula 2: 00/00/000 a 00/00/000 Data: 00/00/000 Aplicativo: Google Meet. Horário: 00:00 às 00:00
Aviso 8	Nossa avaliação on-line do conteúdo da aula 2: Data: 00:00 às 00:00
Aviso 9	O relatório do projeto do experimento 2 deve ser postado até: Data: 00:00 às 00:00

Aviso 10	Data de nosso terceiro encontro. Aula 3: 00/00/000 a 00/00/000 Data: 00/00/000 Aplicativo: Google Meet. Horário: 00:00 às 00:00
Aviso 11	Nossa avaliação on-line do conteúdo da aula 3: Data: 00:00 às 00:00
Aviso 12	O relatório do projeto do experimento 3 deve ser postado até: Data: 00:00 às 00:00
Aviso 13	Data de nosso quarto encontro. Aula 4: 00/00/000 a 00/00/000 Data: 00/00/000 Aplicativo: Google Meet. Horário: 00:00 às 00:00
Aviso 14	Nossa avaliação on-line do conteúdo da aula 4: Data: 00:00 às 00:00
Aviso 15	O relatório do projeto do experimento 4 deve ser postado até: Data: 00:00 às 00:00
Aviso 16	Data de nosso quinto encontro. Aula 5: 00/00/000 a 00/00/000 Data: 00/00/000 Aplicativo: Google Meet. Horário: 00:00 às 00:00
Aviso 17	Nossa avaliação on-line do conteúdo da aula 5: Data: 00:00 às 00:00
Aviso 18	O relatório do projeto do experimento 5 deve ser postado até: Data: 00:00 às 00:00
Aviso 19	Data de nosso sexto encontro. Aula 6: 00/00/000 a 00/00/000 Data: 00/00/000 Aplicativo: Google Meet. Horário: 00:00 às 00:00

Aviso 20	Nossa avaliação on-line do conteúdo da aula 6 : Data: 00:00 às 00:00
Aviso 21	O relatório do projeto do experimento 6 deve ser postado até: Data: 00:00 às 00:00
Aviso 22	Data de nosso sétimo encontro. Aula 7: 00/00/000 a 00/00/000 Data: 00/00/000 Aplicativo: Google Meet. Horário: 00:00 às 00:00
Aviso 23	Nossa avaliação on-line do conteúdo da aula 7 : Data: 00:00 às 00:00
Aviso 24	O relatório do projeto do experimento 7 deve ser postado até: Data: 00:00 às 00:00
Aviso 25	Data de nosso oitavo encontro. Aula 8: 00/00/000 a 00/00/000 Data: 00/00/000 Aplicativo: Google Meet. Horário: 00:00 às 00:00
Aviso 26	Nossa avaliação on-line do conteúdo da aula 8 : Data: 00:00 às 00:00
Aviso 27	O relatório do projeto do experimento 8 deve ser postado até: Data: 00:00 às 00:00
Aviso 28	Nosso pós-teste deverá ser respondido até 00:00:00. Data: 00/00/000
Aviso 29	Nosso questionário de satisfação deverá ser respondido até 00:00:00. Data: 00/00/000
Aviso 30	Resultado das notas da turma .

Avaliação por **total de pontos**

Uma nota final é calculada para você dividindo-se o total de pontos de um aluno pelo total de pontos possíveis e multiplicando o resultado por 100 para obter o percentual correspondente. Você pode criar categorias de notas e definir pontuações para as atividades em cada categoria. Exemplo:

Categoria das redações	Categoria das provas	Pontos do aluno/pontos possíveis	Nota final
Redação 1: 90/100	Prova 1: 95/100	185/200	92,5%

A tabela mostra que um aluno conseguiu 90 de 100 pontos em uma redação e 95 de 100 pontos em uma prova. O aluno atingiu um total de 185 de 200 pontos possíveis nessa matéria. O cálculo dos pontos gera uma nota final de 92,5%.

Avaliação **ponderada por categoria**

Você atribui pesos (porcentagens) às categorias de notas e recebe uma nota final já calculada. O sistema calcula da seguinte forma:

- Localiza a média de um aluno em uma categoria.
- Multiplica a média de cada categoria pelo peso dela (como um valor decimal), resultando nas pontuações das categorias.
- Soma as pontuações das categorias até obter uma nota final de até 100%.

Categoria das redações: 50% da nota	Categoria das provas: 50% da nota	Nota final de 100%
Redação 1: 70/100	Prova 1: 90/100	
Redação 2: 80/100	Prova 2: 100/100	
• $(70 + 80) \div 2 = 75$ de média • $75 \times 0,5 = 37,5$	• $(90 + 100) \div 2 = 95$ de média • $95 \times 0,5 = 47,5$	
Pontuação da categoria = 37,5%	Pontuação da categoria = 47,5%	Nota final: $37,5 + 47,5 = 85\%$

A tabela mostra a avaliação ponderada por categoria. Na categoria "Redações", a média do aluno foi 75. Esse valor multiplicado pelo peso da categoria (0,5) resulta em 37,5% para as redações.

Na categoria "Provas", a média foi 95. Esse valor multiplicado pelo peso da categoria (0,5) resulta em 47,5% para as provas. A soma das pontuações das categorias ($37,5 + 47,5$) dá ao aluno uma nota final de 85%.

6. CONTEÚDOS ABORDADOS POR AULA

Aula 1	• Apresentação do Arduino Science Journal: ○ Instalação e configuração. ○ Funcionalidades: Intensidade Sonora e Frequência Sonora. • Apresentação do conteúdo Elementos de uma onda: ○ Amplitude. ○ Comprimento de onda. ○ Vales e Cristas. ○ Posição de Equilíbrio. ○ Período. ○ Frequência. • Explicação do conteúdo paralelamente exibição do simulador. • Apresentação dos Guias de Experimentos: .DOC e .PPT ○ Projeto Experimentação - Anecoica. • Explicação sobre o relatório de coleta de dados. 📁 Pesquisa: APP Arduino Science Journal. ✅ Questionário: Pré-teste, Questionário TDIC e Maker, Questionário Formativo. 📁 Tarefa: Instalação do APP Arduino Science Journal e confecção experimentos.
Aula 2	• Apresentação do conteúdo Fenômenos ondulatórios: ○ Reflexão: ▪ Pulso incidente. ▪ Pulso refletido. ▪ Eco. ▪ Sonar e Radar. ▪ Ecografia e Ecolocalização. ▪ Reverberação. ○ Absorção. ○ Refração. ○ Difração. ○ Interferência: ▪ Construtiva. ▪ Destrutiva. • Explicação do conteúdo paralelamente exibição do simulador. • Apresentação dos Guias de Experimentos: .DOC e .PPT ○ Projeto Experimentação - Caixa amplificadora. • Explicação sobre o relatório de coleta de dados. 📁 Pesquisa: Fenômenos sonoros. ✅ Questionário: Questionário Formativo. 📁 Tarefa: Montagem do experimento.

Aula 3	• Apresentação do conteúdo Equação Geral da Ondulatória: ○ Frequência e Período. ○ Velocidade. ○ Velocidade de Propagação da Onda. • Explicação do conteúdo paralelamente exibição do simulador. • Apresentação dos Guias de Experimentos: .DOC e .PPT ○ Projeto Experimentação - Monorcórdio. • Explicação sobre o relatório de coleta de dados.  Pesquisa: Equação Geral da Ondulatória.  Questionário: Questionário Formativo.  Tarefa: Montagem do experimento.
Aula 4	• Apresentação do conteúdo Experimento Thomas Young: ○ Experimento da dupla fenda. ○ Interferência. ○ Número de fendas. ○ Espectroscopia. ○ O Sena em Herblay de Maximilien Luce (1890). ○ Difração da Pupila (Critério de Rayleigh). • Apresentação do conteúdo Difração das ondas: ○ Frente de onda. ○ Difração. ○ Tamanho da fenda. ○ Experimento de Thomas Young. • Explicação do conteúdo paralelamente exibição do simulador. • Apresentação dos Guias de Experimentos: .DOC e .PPT ○ Projeto Experimentação - Ressonância. • Explicação sobre o relatório de coleta de dados.  Pesquisa: Experimento Thomas Young.  Pesquisa: Difração das ondas.  Questionário: Questionário Formativo.  Tarefa: Montagem do experimento.

Aula 5	• Apresentação do conteúdo Parâmetros do som: ○ O deslocamento das ondas sonoras no ar. ○ As notas musicais e as ondas sonoras. ○ Comprimento de onda. ○ Frequência da onda: Grave e Aguda. ○ Som grave e agudo e as ondas sonoras. • Explicação do conteúdo paralelamente exibição do simulador. • Apresentação dos Guias de Experimentos: .DOC e .PPT ○ Projeto Experimentação - Telefone de corda. • Explicação sobre o relatório de coleta de dados.  Pesquisa: Parâmetros do som.  Questionário: Questionário Formativo.  Tarefa: Montagem do experimento.
Aula 6	• Apresentação do conteúdo Intensidade sonora e Nível sonoro. ○ Espectro sonoro. ○ Amplitude = Volume. ○ Intensidade sonora: Bels e decibels. ○ Nível sonoro. ○ Tabela decibels e o Selo de ruído. ○ Qual é o som mais alto do espaço sideral? • Explicação do conteúdo paralelamente exibição do simulador. • Apresentação dos Guias de Experimentos: .DOC e .PPT ○ Projeto Experimentação - Vidroflauta. • Explicação sobre o relatório de coleta de dados.  Pesquisa: Intensidade sonora e Nível sonoro.  Questionário: Questionário Formativo.  Tarefa: Montagem do experimento.

Aula 7	• Apresentação do conteúdo Ondas Longitudinais e Transversais. ○ Modo de vibração. ○ Direção de deslocamento das ondas. ○ Rarefação e Compressão. ○ Suas características. ○ Aplicações em caixa de som e na TV. • Explicação do conteúdo paralelamente exibição do simulador. • Apresentação dos Guias de Experimentos: .DOC e .PPT ○ Projeto Experimentação - Vidrofone. • Explicação sobre o relatório de coleta de dados. 📁 Pesquisa: Ondas Longitudinais e Transversais. 📝 Questionário: Questionário Formativo. 📁 Tarefa: Montagem do experimento.
Aula 8	• Apresentação do conteúdo Ondas Estacionárias. ○ Ondas estacionárias. ○ Harmônicos. ○ Formulação matemática dos harmônicos. ○ Fenômeno da Reflexão. ○ Interferência Construtiva e Destrutiva (revisão). ○ Energia na ONDA (o nó). ○ Gerador de Ondas Estacionárias. ○ Padrões bidimensionais (Padrões de Chladni). • Apresentação do conteúdo Tubos Sonoros. • Explicação do conteúdo paralelamente exibição do simulador. ○ Ondas em uma corda. ○ Extremidades fixas e soltas. • Apresentação dos Guias de Experimentos: .DOC e .PPT • Projeto Apresentação dos Guias de Experimentos: .DOC e .PPT ○ Projeto Experimentação - Tubos sonoros. • Explicação sobre o relatório de coleta de dados. 📁 Pesquisa: Ondas Estacionárias. 📁 Pesquisa: Tubos Sonoros. 📝 Questionário: Pós-Teste, Questionário Formativo, Questionário de Satisfação. 📁 Tarefa: Montagem do experimento.

7. ATIVIDADES CURRICULARES

7.1 Aula 1

Aula 1		
• Apresentação do Arduino Science Journal. • Apresentação do conteúdo Elementos de uma onda.		
Ordem	Recursos Didáticos de Apoio	
1	Videoconferência. 	
2	Aplicação Questionário Pré-teste .   Tarefa com teste	
3	Aplicação Questionário TDIC e Makers .   Tarefa com teste	
4	Apresentação de slide do conteúdo.   Material	
5	Simulação com OA. 	
6	Aplicação Questionário do conteúdo .    Tarefa com teste	
7 (*)	Apresentação de slide do experimento.   Material	
8 (*)	Apresentação de slide do aplicativo ASJ.   Material	
9 (*)	Nota de aula de instalação e configuração do aplicativo ASJ.   Material	
10 (*)	Nota de aula do experimento com ASJ.   Material	
11 (*)	Apresentação do documento de relatório.   Material	
 Tarefa  Tarefa com teste  Pergunta  Material  Google Meet.  Documento  Apresentação  Planilha  Formulário  Youtube  Arquivo PDF  ASJ  Simulador  Chrome Music Lab  Vladimír Vaščák		
Observação: (*) Atividades referentes aos alunos do Grupo Experimental .		

7.1.1 Atividade 1

Título da Atividade: Videoconferência	
Descrição / Enunciado: O ambiente de videoconferência para aulas no Ensino Remoto Emergencial. Todas as aulas serão realizadas através dessa plataforma. Os alunos devem utilizar os e-mails institucionais para acessar as aulas. Todas as aulas são gravadas e disponibilizadas posteriormente no AVA (Google Sala de Aula). Os alunos podem, por opção, manter a câmera desligada. Os slides, documentos e demais aplicativos serão apresentados via tela compartilhada. Os alunos podem interagir através do chat no ambiente, bem como utilizar o microfone caso desejem realizar perguntas. As interações não geram pontuação para nota final.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação: A descrição do ambiente <u>não será replicada nos demais registros</u> de aulas. Sendo somente citado o uso da ferramenta. Não foram utilizadas demais ferramentas de videoconferência.	

7.1.2 Atividade 2

Título da Atividade: Aplicação Questionário Pré-teste	
Descrição / Enunciado: Questionário geral para avaliação dos conceitos preexistentes dos alunos sobre o tema abordado.	
Avaliação: () Sem Nota () Nota Média (x) Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação: O mesmo questionário será aplicado ao final do curso como Pós-teste. Os resultados serão analisados através de testes estatísticos.	

7.1.3 Atividade 3

Título da Atividade: Aplicação Questionário Pré-teste	
Descrição / Enunciado: Questionário para levantamento de recursos tecnológicos, materiais de baixo custo, tipos de dispositivos móveis.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação: O questionário desenvolvido para verificar os equipamentos tecnológicos dos alunos e o acesso de materiais de baixo custo. Os resultados serão utilizados para reajustar os experimentos que serão desenvolvidos pelos alunos e melhor selecionar os simuladores utilizados.	

7.1.4 Atividade 4

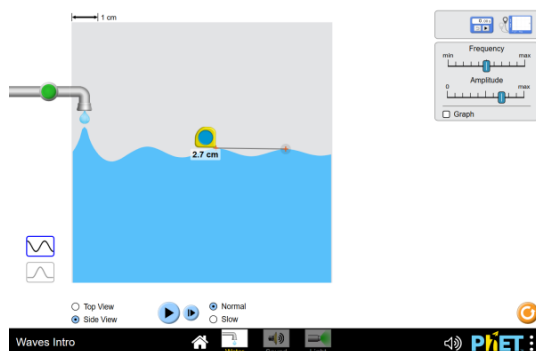
Título da Atividade: Apresentação de slide do conteúdo.	
Descrição / Enunciado: Apresentação do conteúdo da aula através de slides. Apresentação compartilhada através do Google Meet.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação: Apresentação criada em PowerPoint e convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.	

7.1.5 Atividade 5

Título da Atividade: Simulação com OA.

Descrição / Enunciado:

Uso da plataforma de simulação **PHET** para demonstrar o conteúdo abordada na aula. Os alunos podem simular em seus dispositivos móveis. Interação no chat com sugestões e pedidos de alteração nas opções e funções do simulador.



Ondas: Introdução

Avaliação:

(x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10

Peso (%)

0

Observação:

Optou-se por somente utilizar as simulações em HTML5. Essa escolha é resultado do questionário TDIC e Maker.

7.1.6 Atividade 6

Título da Atividade: Aplicação **Questionário do conteúdo.**

Descrição / Enunciado:

Questionário sobre o conteúdo ministrado na aula. Contêm uma videoaula e um conjunto de questões relativas a aula.

Avaliação:

() Sem Nota () Nota Média (x) Nota de 0 a 10

Peso (%)

0

Observação:

Os alunos só podem utilizar o questionário uma vez somente.

7.1.7 Atividade 7

Título da Atividade: Apresentação de slide do experimento.

Descrição / Enunciado:

Apresentação do projeto de experimento através de slides. Apresentação compartilhada através do Google Meet.

Avaliação:

(x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10

Peso (%)

0

Observação:

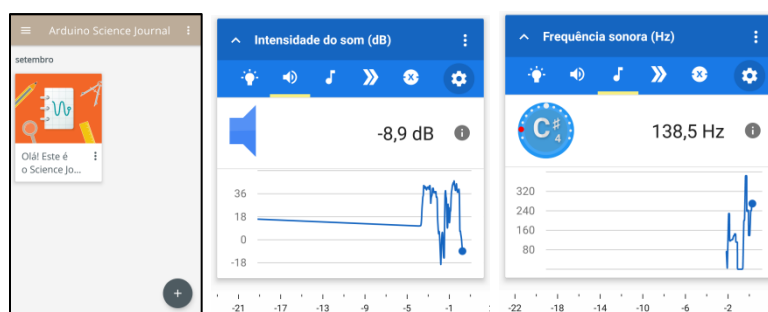
Apresentação criada em PowerPoint e convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.

7.1.8 Atividade 8

Título da Atividade: Apresentação de slide do aplicativo ASJ.

Descrição / Enunciado:

Apresentação do **APP Arduino Science Journal** através de slides. Apresentação compartilhada através do Google Meet. Exibir funcionalidades: Intensidade som e Frequência sonora.



Avaliação:

(x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10

Peso (%)

0

Observação:

Apresentação criada em PowerPoint e convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.

7.1.9 Atividade 9

Título da Atividade: Nota de aula de instalação e configuração do aplicativo ASJ.

Descrição / Enunciado:

Guia contendo os passos para instalação, configuração e uso das funcionalidades do APP. Registro de imagens e vídeos, compartilhamento dos dados, edição do gráfico da coleta de dados, organização dos dados coletados, nomeação dos dados coletados e exportação dos dados.

Avaliação:

(x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10

Peso (%)

0

Observação:

Documento convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.

7.1.10 Atividade 10

Título da Atividade: Nota de aula do experimento com ASJ.

Descrição / Enunciado:

Guia contendo os passos para confecção do experimento.

Avaliação:

(x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10

Peso (%)

0

Observação:

Documento convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.

7.1.11 Atividade 11

Título da Atividade: Apresentação do documento de relatório.	
Descrição / Enunciado: Formulário de registo dos dados coletados, contendo nome de cada coleta e campos para notação dos valões. Campos para comentários sobre o experimento e Questinário de avaliação da prática executada.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação: Documento em formato .DOC. Posteriormente postado no AVA.	

7.2 Aula 2

Aula 2																	
Apresentação do conteúdo Fenômenos ondulatórios:																	
Ordem	Recursos Didáticos de Apoio																
1	Videoconferência. 																
2	Apresentação de slide do conteúdo.    Material																
3	Simulação com OA. 																
4	Simulação com OA.  Chrome Music Lab																
5	Aplicação Questionário do conteúdo .    Tarefa com teste																
6 (*)	Apresentação de slide do experimento.    Material																
7 (*)	Nota de aula do experimento com ASJ.   Material																
8 (*)	Apresentação do documento de relatório.   Material																
<table><tr><td> Tarefa</td><td> Documento</td><td> Arquivo PDF</td></tr><tr><td> Tarefa com teste</td><td> Apresentação</td><td> ASJ</td></tr><tr><td> Pergunta</td><td> Planilha</td><td> Simulador</td></tr><tr><td> Material</td><td> Formulário</td><td> Chrome Music Lab</td></tr><tr><td> Google Meet.</td><td> Youtube</td><td> Vladimír Vaščák</td></tr></table>			 Tarefa	 Documento	 Arquivo PDF	 Tarefa com teste	 Apresentação	 ASJ	 Pergunta	 Planilha	 Simulador	 Material	 Formulário	 Chrome Music Lab	 Google Meet.	 Youtube	 Vladimír Vaščák
 Tarefa	 Documento	 Arquivo PDF															
 Tarefa com teste	 Apresentação	 ASJ															
 Pergunta	 Planilha	 Simulador															
 Material	 Formulário	 Chrome Music Lab															
 Google Meet.	 Youtube	 Vladimír Vaščák															
Observação:																	
(*) Atividades referentes aos alunos do Grupo Experimental .																	

7.2.1 Atividade 1

Título da Atividade: Videoconferência		
Descrição / Enunciado:		
Idem.		
Avaliação:		Peso (%)
(x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10		0
Observação:		
Idem.		

7.2.2 Atividade 2

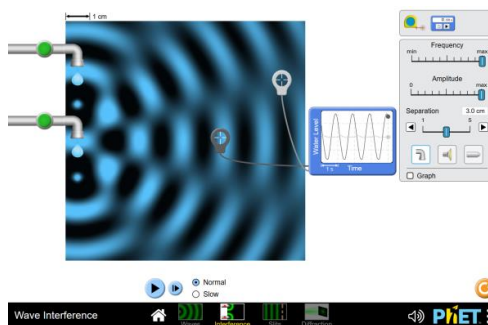
Título da Atividade: Apresentação de slide do conteúdo.		
Descrição / Enunciado:		
Apresentação do conteúdo da aula através de slides. Apresentação compartilhada através do Google Meet.		
Avaliação:		Peso (%)
(x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10		0
Observação:		
Apresentação criada em PowerPoint e convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.		

7.2.3 Atividade 3

Título da Atividade: Simulação com OA.

Descrição / Enunciado:

Uso da plataforma de simulação **PHET** para demonstrar o conteúdo abordada na aula. Os alunos podem simular em seus dispositivos móveis. Interação no chat com sugestões e pedidos de alteração nas opções e funções do simulador.



Interferência de Onda

Avaliação:

(x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10

Peso (%)

0

Observação:

Optou-se por somente utilizar as simulações em HTML5. Essa escolha é resultado do questionário TDIC e Maker.

7.2.4 Atividade 4

Título da Atividade: Simulação com OA.

Descrição / Enunciado:

Uso da plataforma de simulação **Chrome Music Lab** para demonstrar o conteúdo abordada na aula. Os alunos podem simular em seus dispositivos móveis. Interação no chat com sugestões e pedidos de alteração nas opções e funções do simulador.



Avaliação:

(x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10

Peso (%)

0

Observação:

Ambiente web da Google. Essa escolha é resultado do questionário TDIC e Maker.

7.2.5 Atividade 5

Título da Atividade: Aplicação Questionário do conteúdo.	
Descrição / Enunciado: Questionário sobre o conteúdo ministrado na aula. Contêm uma videoaula e um conjunto de questões relativas a aula.	
Avaliação: () Sem Nota () Nota Média (x) Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação: Os alunos só podem utilizar o questionário uma vez somente.	

7.2.6 Atividade 6

Título da Atividade: Apresentação de slide do experimento.	
Descrição / Enunciado: Apresentação do projeto de experimento através de slides. Apresentação compartilhada através do Google Meet.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação: Apresentação criada em PowerPoint e convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.	

7.2.7 Atividade 7

Título da Atividade: Nota de aula do experimento com ASJ.	
Descrição / Enunciado: Guia contendo os passos para confecção do experimento.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação: Documento convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.	

7.2.8 Atividade 8

Título da Atividade: Apresentação do documento de relatório.	
Descrição / Enunciado: Formulário de registo dos dados coletados, contendo nome de cada coleta e campos para notação dos valões. Campos para comentários sobre o experimento e Questinário de avaliação da prática executada.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação: Documento em formato .DOC. Posteriormente postado no AVA.	

7.3 Aula 3

Aula 3		
• Apresentação do conteúdo Equação Geral da Ondulatória:		
Ordem	Recursos Didáticos de Apoio	
1	Videoconferência. 	
2	Apresentação de slide do conteúdo.    Material	
3	Simulação com OA. 	
4	Aplicação Questionário do conteúdo .    Tarefa com teste	
5 (*)	Apresentação de slide do experimento.    Material	
6 (*)	Nota de aula do experimento com ASJ.   Material	
7 (*)	Apresentação do documento de relatório.   Material	
 Tarefa	 Documento	 Arquivo PDF
 Tarefa com teste	 Apresentação	 ASJ
 Pergunta	 Planilha	 Simulador
 Material	 Formulário	 Chrome Music Lab
 Google Meet.	 Youtube	 Vladimír Vaščák
Observação:		
(*) Atividades referentes aos alunos do Grupo Experimental .		

7.3.1 Atividade 1

Título da Atividade: Videoconferência		
Descrição / Enunciado:		
Idem.		
Avaliação:		Peso (%)
(x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10		0
Observação:		
Idem.		

7.3.2 Atividade 2

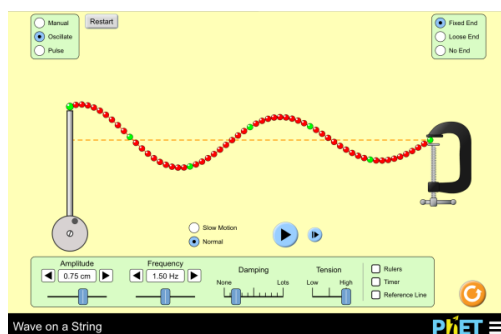
Título da Atividade: Apresentação de slide do conteúdo.		
Descrição / Enunciado:		
Apresentação do conteúdo da aula através de slides. Apresentação compartilhada através do Google Meet.		
Avaliação:		Peso (%)
(x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10		0
Observação:		
Apresentação criada em PowerPoint e convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.		

7.3.3 Atividade 3

Título da Atividade: Simulação com OA.

Descrição / Enunciado:

Uso da plataforma de simulação **PHET** para demonstrar o conteúdo abordada na aula. Os alunos podem simular em seus dispositivos móveis. Interação no chat com sugestões e pedidos de alteração nas opções e funções do simulador.



Onda em Corda

Avaliação:

(x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10

Peso (%)

0

Observação:

Optou-se por somente utilizar as simulações em HTML5. Essa escolha é resultado do questionário TDIC e Maker.

7.3.4 Atividade 4

Título da Atividade: Aplicação **Questionário do conteúdo.**

Descrição / Enunciado:

Questionário sobre o conteúdo ministrado na aula. Contêm uma videoaula e um conjunto de questões relativas a aula.

Avaliação:

() Sem Nota () Nota Média (x) Nota de 0 a 10

Peso (%)

0

Observação:

Os alunos só podem utilizar o questionário uma vez somente.

7.3.5 Atividade 5

Título da Atividade: Apresentação de slide do experimento.

Descrição / Enunciado:

Apresentação do projeto de experimento através de slides. Apresentação compartilhada através do Google Meet.

Avaliação:

(x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10

Peso (%)

0

Observação:

Apresentação criada em PowerPoint e convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.

7.3.6 Atividade 6

Título da Atividade: Nota de aula do experimento com ASJ.	
Descrição / Enunciado:	
Guia contendo os passos para confecção do experimento.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação:	
Documento convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.	

7.3.7 Atividade 7

Título da Atividade: Apresentação do documento de relatório.	
Descrição / Enunciado:	
Formulário de registo dos dados coletados, contendo nome de cada coleta e campos para notação dos valões. Campos para comentários sobre o experimento e Questinário de avaliação da prática executada.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação:	
Documento em formato .DOC. Posteriormente postado no AVA.	

7.4 Aula 4

Aula 4	
• Apresentação do conteúdo Experimento Thomas Young. • Apresentação do conteúdo Difração das ondas.	
Ordem	Recursos Didáticos de Apoio
1	Videoconferência.
2	Apresentação de slide do conteúdo. Material
3	Simulação com OA.
4	Simulação com OA.
5	Aplicação Questionário do conteúdo . Tarefa com teste
6 (*)	Apresentação de slide do experimento. Material
7 (*)	Nota de aula do experimento com ASJ. Material
8 (*)	Apresentação do documento de relatório. Material
Tarefa Tarefa com teste Pergunta Material Google Meet.	Documento Apresentação Planilha Formulário Youtube Arquivo PDF ASJ Simulador Chrome Music Lab Vladimír Vaščák
Observação: (*) Atividades referentes aos alunos do Grupo Experimental .	

7.4.1 Atividade 1

Título da Atividade: Videoconferência	
Descrição / Enunciado:	
Idem.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação:	
Idem.	

7.4.2 Atividade 2

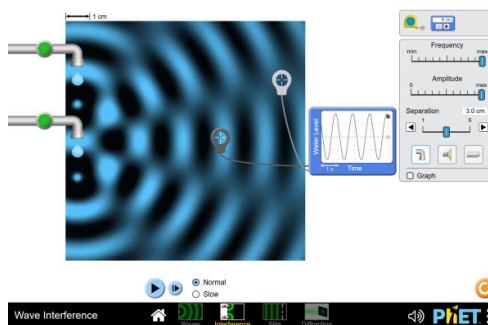
Título da Atividade: Apresentação de slide do conteúdo.	
Descrição / Enunciado:	
Apresentação do conteúdo da aula através de slides. Apresentação compartilhada através do Google Meet.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação:	
Apresentação criada em PowerPoint e convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.	

7.4.3 Atividade 3

Título da Atividade: Simulação com OA.

Descrição / Enunciado:

Uso da plataforma de simulação **PHET** para demonstrar o conteúdo abordada na aula. Os alunos podem simular em seus dispositivos móveis. Interação no chat com sugestões e pedidos de alteração nas opções e funções do simulador.



Interferência de Onda

Avaliação:

(x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10

Peso (%)

0

Observação:

Optou-se por somente utilizar as simulações em HTML5. Essa escolha é resultado do questionário TDIC e Maker.

7.4.4 Atividade 4

Título da Atividade: Simulação com OA.

Descrição / Enunciado:

Uso da plataforma de simulação **Vladimír Vaščák** para demonstrar o conteúdo abordada na aula. Os alunos podem simular em seus dispositivos móveis. Interação no chat com sugestões e pedidos de alteração nas opções e funções do simulador.



Avaliação:

(x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10

Peso (%)

0

Observação:

Ambiente web da Google. Essa escolha é resultado do questionário TDIC e Maker.

7.4.5 Atividade 5

Título da Atividade: Aplicação Questionário do conteúdo.	
Descrição / Enunciado: Questionário sobre o conteúdo ministrado na aula. Contêm uma videoaula e um conjunto de questões relativas a aula.	
Avaliação: () Sem Nota () Nota Média (x) Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação: Os alunos só podem utilizar o questionário uma vez somente.	

7.4.6 Atividade 6

Título da Atividade: Apresentação de slide do experimento.	
Descrição / Enunciado: Apresentação do projeto de experimento através de slides. Apresentação compartilhada através do Google Meet.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação: Apresentação criada em PowerPoint e convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.	

7.4.7 Atividade 7

Título da Atividade: Nota de aula do experimento com ASJ.	
Descrição / Enunciado: Guia contendo os passos para confecção do experimento.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação: Documento convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.	

7.4.8 Atividade 8

Título da Atividade: Apresentação do documento de relatório.	
Descrição / Enunciado: Formulário de registo dos dados coletados, contendo nome de cada coleta e campos para notação dos valões. Campos para comentários sobre o experimento e Questinário de avaliação da prática executada.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação: Documento em formato .DOC. Posteriormente postado no AVA.	

7.5 Aula 5

Aula 5		
• Apresentação do conteúdo Parâmetros do som.		
Ordem	Recursos Didáticos de Apoio	
1	Videoconferência. 	
2	Apresentação de slide do conteúdo.    Material	
3	Simulação com OA. 	
4	Simulação com OA. 	
5	Aplicação Questionário do conteúdo .    Tarefa com teste	
6 (*)	Apresentação de slide do experimento.    Material	
7 (*)	Nota de aula do experimento com ASJ.   Material	
8 (*)	Apresentação do documento de relatório.   Material	
 Tarefa	 Documento	 Arquivo PDF
 Tarefa com teste	 Apresentação	 ASJ
 Pergunta	 Planilha	 Simulador
 Material	 Formulário	 Chrome Music Lab
 Google Meet.	 Youtube	 Vladimír Vaščák
Observação:		
(*) Atividades referentes aos alunos do Grupo Experimental .		

7.5.1 Atividade 1

Título da Atividade: Videoconferência	
Descrição / Enunciado:	
Idem.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação:	
Idem.	

7.5.2 Atividade 2

Título da Atividade: Apresentação de slide do conteúdo.	
Descrição / Enunciado:	
Apresentação do conteúdo da aula através de slides. Apresentação compartilhada através do Google Meet.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação:	
Apresentação criada em PowerPoint e convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.	

7.5.3 Atividade 3

Título da Atividade: Simulação com OA.

Descrição / Enunciado:

Uso da plataforma de simulação **Chrome Music Lab** para demonstrar o conteúdo abordada na aula. Os alunos podem simular em seus dispositivos móveis. Interação no chat com sugestões e pedidos de alteração nas opções e funções do simulador.



Avaliação:

(x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10

Peso (%)

0

Observação:

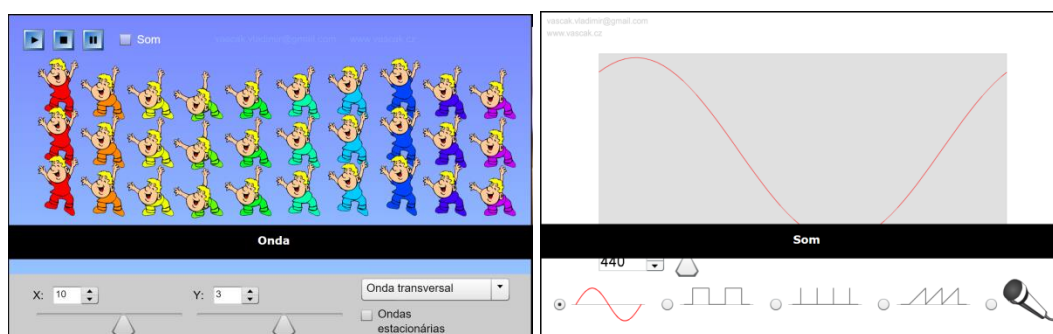
Optou-se por somente utilizar as simulações em HTML5. Essa escolha é resultado do questionário TDIC e Maker.

7.5.4 Atividade 4

Título da Atividade: Simulação com OA.

Descrição / Enunciado:

Uso da plataforma de simulação **Vladimír Vaščák** para demonstrar o conteúdo abordada na aula. Os alunos podem simular em seus dispositivos móveis. Interação no chat com sugestões e pedidos de alteração nas opções e funções do simulador.



Avaliação:

(x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10

Peso (%)

0

Observação:

Ambiente web da Google. Essa escolha é resultado do questionário TDIC e Maker.

7.5.5 Atividade 5

Título da Atividade: Aplicação Questionário do conteúdo.	
Descrição / Enunciado: Questionário sobre o conteúdo ministrado na aula. Contêm uma videoaula e um conjunto de questões relativas a aula.	
Avaliação: () Sem Nota () Nota Média (x) Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação: Os alunos só podem utilizar o questionário uma vez somente.	

7.5.6 Atividade 6

Título da Atividade: Apresentação de slide do experimento.	
Descrição / Enunciado: Apresentação do projeto de experimento através de slides. Apresentação compartilhada através do Google Meet.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação: Apresentação criada em PowerPoint e convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.	

7.5.7 Atividade 7

Título da Atividade: Nota de aula do experimento com ASJ.	
Descrição / Enunciado: Guia contendo os passos para confecção do experimento.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação: Documento convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.	

7.5.8 Atividade 8

Título da Atividade: Apresentação do documento de relatório.	
Descrição / Enunciado: Formulário de registo dos dados coletados, contendo nome de cada coleta e campos para notação dos valões. Campos para comentários sobre o experimento e Questinário de avaliação da prática executada.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação: Documento em formato .DOC. Posteriormente postado no AVA.	

.6 Aula 6

Aula 6		
Apresentação do conteúdo Intensidade sonora e Nível sonoro.		
Ordem	Recursos Didáticos de Apoio	
1	Videoconferência. 	
2	Apresentação de slide do conteúdo.    Material	
3	Simulação com OA. 	
4	Simulação com OA. 	
5	Aplicação Questionário do conteúdo .    Tarefa com teste	
6 (*)	Apresentação de slide do experimento.    Material	
7 (*)	Nota de aula do experimento com ASJ.   Material	
8 (*)	Apresentação do documento de relatório.   Material	
 Tarefa	 Documento	 Arquivo PDF
 Tarefa com teste	 Apresentação	 ASJ
 Pergunta	 Planilha	 Simulador
 Material	 Formulário	 Chrome Music Lab
 Google Meet.	 Youtube	 Vladimír Vašćák
Observação:		
(*) Atividades referentes aos alunos do Grupo Experimental .		

7.6.1 Atividade 1

Título da Atividade: Videoconferência		
Descrição / Enunciado:		
Idem.		
Avaliação:		Peso (%)
(x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10		0
Observação:		
Idem.		

7.6.2 Atividade 2

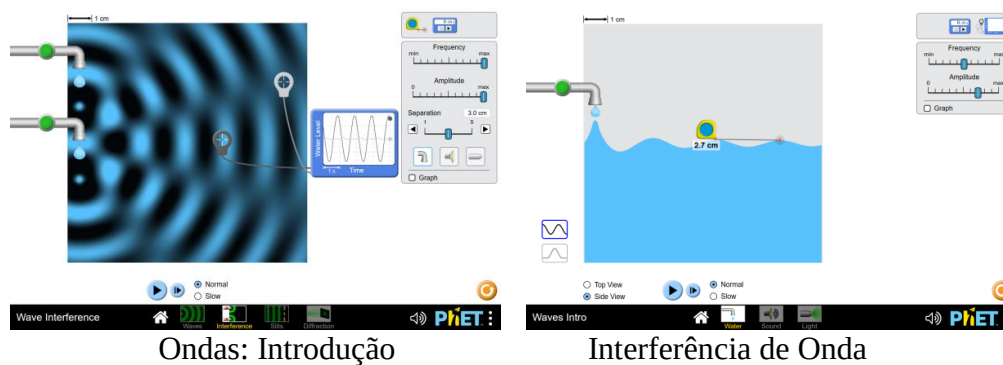
Título da Atividade: Apresentação de slide do conteúdo.		
Descrição / Enunciado:		
Apresentação do conteúdo da aula através de slides. Apresentação compartilhada através do Google Meet.		
Avaliação:		Peso (%)
(x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10		0
Observação:		
Apresentação criada em PowerPoint e convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.		

7.6.3 Atividade 3

Título da Atividade: Simulação com OA.

Descrição / Enunciado:

Uso da plataforma de simulação **Phet** para demonstrar o conteúdo abordada na aula. Os alunos podem simular em seus dispositivos móveis. Interação no chat com sugestões e pedidos de alteração nas opções e funções do simulador.



Ondas: Introdução

Interferência de Onda

Avaliação:

(x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10

Peso (%)

0

Observação:

Optou-se por somente utilizar as simulações em HTML5. Essa escolha é resultado do questionário TDIC e Maker.

7.6.4 Atividade 4

Título da Atividade: Simulação com OA.

Descrição / Enunciado:

Uso da plataforma de simulação **Chrome Music Lab** para demonstrar o conteúdo abordada na aula. Os alunos podem simular em seus dispositivos móveis. Interação no chat com sugestões e pedidos de alteração nas opções e funções do simulador.



Avaliação:

(x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10

Peso (%)

0

Observação:

Optou-se por somente utilizar as simulações em HTML5. Essa escolha é resultado do questionário TDIC e Maker.

7.6.5 Atividade 5

Título da Atividade: Aplicação Questionário do conteúdo.	
Descrição / Enunciado: Questionário sobre o conteúdo ministrado na aula. Contêm uma videoaula e um conjunto de questões relativas a aula.	
Avaliação: () Sem Nota () Nota Média (x) Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação: Os alunos só podem utilizar o questionário uma vez somente.	

7.6.6 Atividade 6

Título da Atividade: Apresentação de slide do experimento.	
Descrição / Enunciado: Apresentação do projeto de experimento através de slides. Apresentação compartilhada através do Google Meet.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação: Apresentação criada em PowerPoint e convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.	

7.6.7 Atividade 7

Título da Atividade: Nota de aula do experimento com ASJ.	
Descrição / Enunciado: Guia contendo os passos para confecção do experimento.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação: Documento convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.	

7.6.8 Atividade 8

Título da Atividade: Apresentação do documento de relatório.	
Descrição / Enunciado: Formulário de registo dos dados coletados, contendo nome de cada coleta e campos para notação dos valões. Campos para comentários sobre o experimento e Questinário de avaliação da prática executada.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação: Documento em formato .DOC. Posteriormente postado no AVA.	

7.7 Aula 7

Aula 7																	
• Apresentação do conteúdo Ondas Longitudinais e Transversais.																	
Ordem	Recursos Didáticos de Apoio																
1	Videoconferência. 																
2	Apresentação de slide do conteúdo.    Material																
3	Simulação com OA. 																
4	Aplicação Questionário do conteúdo .    Tarefa com teste																
5 (*)	Apresentação de slide do experimento.    Material																
6 (*)	Nota de aula do experimento com ASJ.   Material																
7 (*)	Apresentação do documento de relatório.   Material																
<table><tr><td> Tarefa</td><td> Documento</td><td> Arquivo PDF</td></tr><tr><td> Tarefa com teste</td><td> Apresentação</td><td> ASJ</td></tr><tr><td> Pergunta</td><td> Planilha</td><td> Simulador</td></tr><tr><td> Material</td><td> Formulário</td><td> Chrome Music Lab</td></tr><tr><td> Google Meet.</td><td> Youtube</td><td> Vladimír Vaščák</td></tr></table>			 Tarefa	 Documento	 Arquivo PDF	 Tarefa com teste	 Apresentação	 ASJ	 Pergunta	 Planilha	 Simulador	 Material	 Formulário	 Chrome Music Lab	 Google Meet.	 Youtube	 Vladimír Vaščák
 Tarefa	 Documento	 Arquivo PDF															
 Tarefa com teste	 Apresentação	 ASJ															
 Pergunta	 Planilha	 Simulador															
 Material	 Formulário	 Chrome Music Lab															
 Google Meet.	 Youtube	 Vladimír Vaščák															
Observação:																	
(*) Atividades referentes aos alunos do Grupo Experimental .																	

7.7.1 Atividade 1

Título da Atividade: Videoconferência		
Descrição / Enunciado:		
Idem.		
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10		Peso (%) 0
Observação:		
Idem.		

7.7.2 Atividade 2

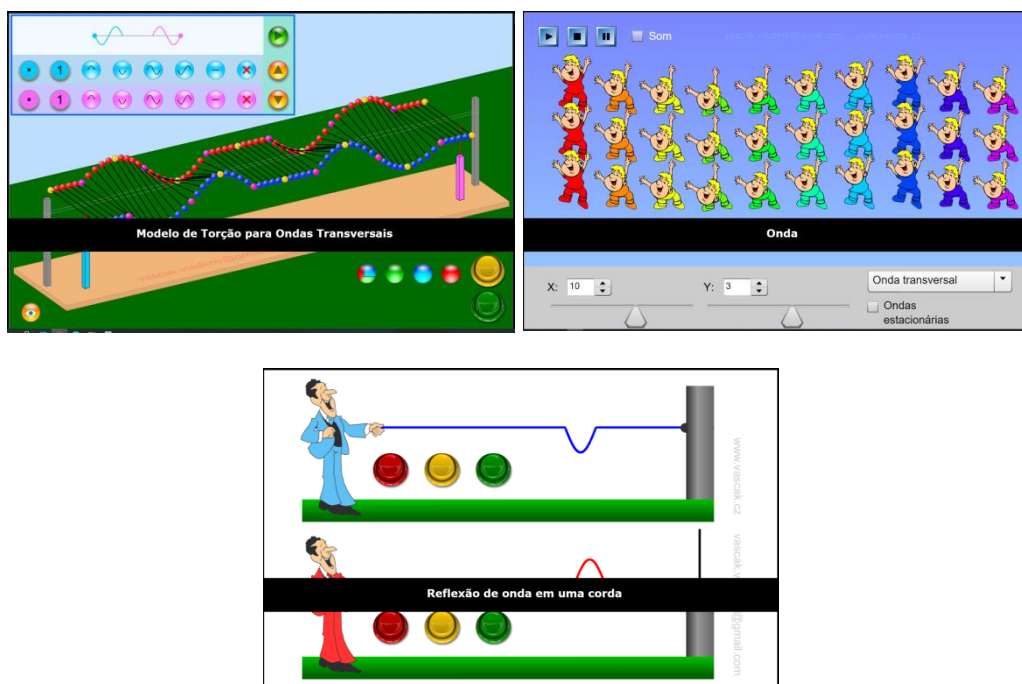
Título da Atividade: Apresentação de slide do conteúdo.		
Descrição / Enunciado:		
Apresentação do conteúdo da aula através de slides. Apresentação compartilhada através do Google Meet.		
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10		Peso (%) 0
Observação:		
Apresentação criada em PowerPoint e convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.		

7.7.3 Atividade 3

Título da Atividade: Simulação com OA.

Descrição / Enunciado:

Uso da plataforma de simulação **Vladimír Vaščák** para demonstrar o conteúdo abordada na aula. Os alunos podem simular em seus dispositivos móveis. Interação no chat com sugestões e pedidos de alteração nas opções e funções do simulador.



Avaliação:

(x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10

Peso (%)

0

Observação:

Ambiente web da Google. Essa escolha é resultado do questionário TDIC e Maker.

7.7.4 Atividade 4

Título da Atividade: Aplicação **Questionário do conteúdo.**

Descrição / Enunciado:

Questionário sobre o conteúdo ministrado na aula. Contêm uma videoaula e um conjunto de questões relativas a aula.

Avaliação:

() Sem Nota () Nota Média (x) Nota de 0 a 10

Peso (%)

0

Observação:

Os alunos só podem utilizar o questionário uma vez somente.

7.7.5 Atividade 5

Título da Atividade: Apresentação de slide do experimento.	
Descrição / Enunciado:	
Apresentação do projeto de experimento através de slides. Apresentação compartilhada através do Google Meet.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação:	
Apresentação criada em PowerPoint e convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.	

7.7.6 Atividade 6

Título da Atividade: Nota de aula do experimento com ASJ.	
Descrição / Enunciado:	
Guia contendo os passos para confecção do experimento.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação:	
Documento convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.	

7.7.7 Atividade 7

Título da Atividade: Apresentação do documento de relatório.	
Descrição / Enunciado:	
Formulário de registo dos dados coletados, contendo nome de cada coleta e campos para notação dos valões. Campos para comentários sobre o experimento e Questinário de avaliação da prática executada.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação:	
Documento em formato .DOC. Posteriormente postado no AVA.	

7.8 Aula 8

Aula 8		
• Apresentação do conteúdo Ondas Estacionárias. • Apresentação do conteúdo Tubos Sonoros.		
Ordem	Recursos Didáticos de Apoio	
1	Videoconferência. 	
2	Aplicação Questionário Pós-teste .  	Tarefa com teste
3	Aplicação Questionário de Satisfação .  	Tarefa com teste
4	Apresentação de slide do conteúdo.   	Material
5	Simulação com OA. 	
6	Simulação com OA. 	
7	Aplicação Questionário do conteúdo .   	Tarefa com teste
8 (*)	Apresentação de slide do experimento.   	Material
9 (*)	Nota de aula do experimento com ASJ.   	Material
10 (*)	Apresentação do documento de relatório.  	Material
 Tarefa  Tarefa com teste  Pergunta  Material  Google Meet.  Documento  Apresentação  Planilha  Formulário  Youtube  Arquivo PDF  ASJ  Simulador  Chrome Music Lab  Vladimír Vaščák		
Observação: (*) Atividades referentes aos alunos do Grupo Experimental .		

7.8.1 Atividade 1

Título da Atividade: Videoconferência		
Descrição / Enunciado:		
Idem.		
Avaliação:		Peso (%)
(x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10		0
Observação:		
Idem.		

7.8.2 Atividade 2

Título da Atividade: Aplicação Questionário Pós-teste		
Descrição / Enunciado:		
Questionário igual ao de Pré-teste. Contendo as mesmas questões e valores.		
Avaliação:		Peso (%)
() Sem Nota () Nota Média (x) Nota de 0 a 10		0
Observação:		
O Pós-teste será comparado com Pré-teste e analisado o desempenho dos alunos.		

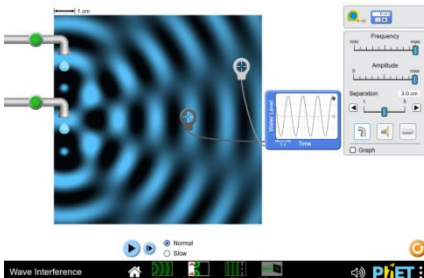
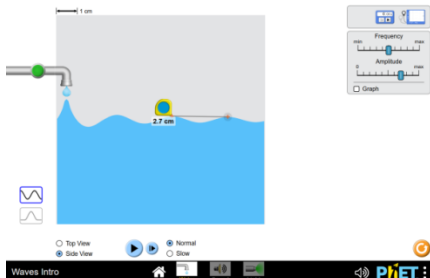
7.8.3 Atividade 3

Título da Atividade: Aplicação Questionário Satisfação	
Descrição / Enunciado: Questionário que irá avaliar o índice de satisfação dos alunos quanto ao processo de ensino, projetos realizados, relatórios, ferramentas (APP e simuladores) e formas de avaliação.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação: O questionário possui perguntas que devem ser respondidas na Escala Likert e questões dissertativas.	

7.8.4 Atividade 4

Título da Atividade: Apresentação de slide do conteúdo.	
Descrição / Enunciado: Apresentação do conteúdo da aula através de slides. Apresentação compartilhada através do Google Meet.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação: Apresentação criada em PowerPoint e convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.	

7.8.5 Atividade 5

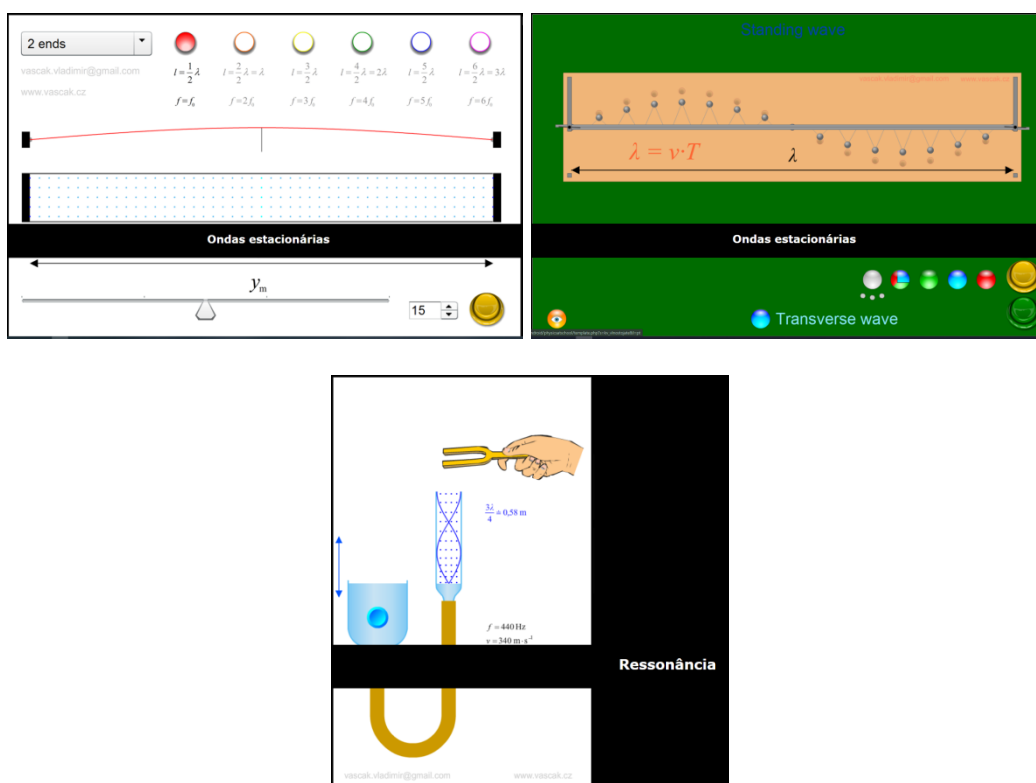
Título da Atividade: Simulação com OA.	
Descrição / Enunciado: Uso da plataforma de simulação Phet para demonstrar o conteúdo abordada na aula. Os alunos podem simular em seus dispositivos móveis. Interação no chat com sugestões e pedidos de alteração nas opções e funções do simulador.	
 Ondas: Introdução  Interferência de Onda	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação: Optou-se por somente utilizar as simulações em HTML5. Essa escolha é resultado do questionário TDIC e Maker.	

7.8.6 Atividade 6

Título da Atividade: Simulação com OA.

Descrição / Enunciado:

Uso da plataforma de simulação **Vladimír Vaščák** para demonstrar o conteúdo abordada na aula. Os alunos podem simular em seus dispositivos móveis. Interação no chat com sugestões e pedidos de alteração nas opções e funções do simulador.



Avaliação:
(x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10

Peso (%)
0

Observação:

Ambiente web da Google. Essa escolha é resultado do questionário TDIC e Maker.

7.8.7 Atividade 7

Título da Atividade: Aplicação **Questionário do conteúdo.**

Descrição / Enunciado:

Questionário sobre o conteúdo ministrado na aula. Contêm uma videoaula e um conjunto de questões relativas a aula.

Avaliação:
() Sem Nota () Nota Média (x) Nota de 0 a 10

Peso (%)
0

Observação:

Os alunos só podem utilizar o questionário uma vez somente.

7.8.8 Atividade 8

Título da Atividade: Apresentação de slide do experimento.	
Descrição / Enunciado:	
Apresentação do projeto de experimento através de slides. Apresentação compartilhada através do Google Meet.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação:	
Apresentação criada em PowerPoint e convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.	

7.8.9 Atividade 9

Título da Atividade: Nota de aula do experimento com ASJ.	
Descrição / Enunciado:	
Guia contendo os passos para confecção do experimento.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação:	
Documento convertida em arquivo PDF. Posteriormente postado no AVA.	

7.8.10 Atividade 10

Título da Atividade: Apresentação do documento de relatório.	
Descrição / Enunciado:	
Formulário de registo dos dados coletados, contendo nome de cada coleta e campos para notação dos valões. Campos para comentários sobre o experimento e Questionário de avaliação da prática executada.	
Avaliação: (x) Sem Nota () Nota Média () Nota de 0 a 10	Peso (%) 0
Observação:	
Documento em formato .DOC. Posteriormente postado no AVA.	

APÊNDICE C - 2 – Contrato Didático (CD) ou Acordo Didático (AD).

CONTRATO OU ACORDO DIDÁTICO

O presente CD – **Contrato Didático** – possui como principal objetivo pontuar as diretrizes de ensino que iremos adotar no conteúdo da **disciplina**.

1. **Livro de consulta:** Tópicos de Física 2 – Newton, Helou e Gualter.



2. Será realizada uma revisão do conteúdo de **Ondulatória**, para que sejam compreendidos os conceitos de **Acústica**.
3. Nosso conteúdo será plenamente remoto, isto é, todo o material disponibilizado, os encontros e experimentação serão realizados on-line.
4. Haverá avaliações on-line durante o curso, divididas da seguinte forma:
 - a. **Pré-teste:** para consultar o nível de conhecimentos prévios dos alunos.
 - b. **Avaliações periódicas:** para cada tópico do conteúdo haverá uma avaliação, em formato de Quiz.
 - c. **Pós-teste:** avaliação final.
5. Periodicamente será apresentada uma **matriz de notas** para que os alunos verifiquem pendências em atividades, projetos e avaliações.
6. Teremos para cada tópico:
 - a. Uma nota de aula (em formato PDF).
 - b. Videoaulas.
 - c. Um Quiz de revisão e/ou reforço.
 - d. Uma avaliação.
 - e. Um guia de experimentação (em formato PDF).
 - f. Um experimento doméstico.
7. No decorrer das aulas serão agendadas videoconferências (via **Google Meet**) para alinhamento didático, revisões e tira-dúvidas.
8. Todo o material estará postado no ambiente AVA – **Google Classroom**.
9. Cada **Quiz** contem questões com base no material disponibilizado.
10. Haverá um grupo em aplicativo de mensagem instantânea: **Whatsapp**. Caso for necessário, esse item será revisado.
11. A comunicação deverá ser realizada via e-mail, grupo de mensagem e mural de avisos no AVA.
12. A Metodologia Ativa de ensino aplicada será a **Aprendizagem Baseada em Projeto**.
13. Adotaremos a sequência didática denominada **6C/PCMA**, indicada para o ensino de Física.
14. Será adotado um modelo de **Ensino Remoto Emergencial (ERE)**.
15. Os recursos tecnológicos utilizados serão:
 - a. Ambiente AVA – **Google Classroom**.

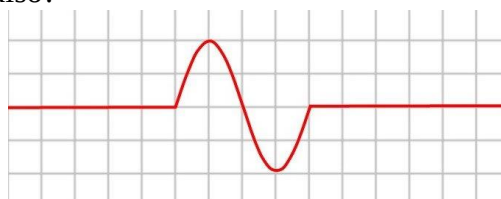
- b. Videoaula de canais no **Youtube**.
 - c. O mecanismo de comunicação será o e-mail, Mural de avisos Google Sala de aula e grupo em aplicativo de mensagem instantânea.
 - d. As videoconferências através do **Google Meet**.
 - e. Os APPs para as experimentações: **Arduino Science Journal, Phet, Chrome Music Lab e Vaska** (simulador on-line).
16. Serão solicitados os envio dos **arquivos de dados** dos experimentos realizados em âmbito doméstico.
 17. Será solicitado um **relatório analítico** (em documento *template* fornecido) dos experimentos domésticos.
 18. Quanto às demais orientações do curso, indica-se a leitura da **NOTA TÉCNICA RETIFICADA Nº 01/2020/DIREN/IFCE**.

Fortaleza, 00 de xxxx de 0000.

APÊNDICE C - 3 – Questões Pré-Teste e Pós-Teste

Configuração do formulário	
Geral ☒ Coletar endereço de e-mail ☐ Recibos de resposta É necessário fazer login: ☒ Restringir aos usuários em _____ das organizações confiáveis ☒ Limitar a 1 resposta (Os participantes precisarão fazer login no Google.) Os participantes podem: ☐ Editar após o envio ☐ Ver gráfico de sumário e respostas de texto	
Apresentação ☐ Mostra barra de progresso ☒ Embaralhar a ordem das perguntas ☐ Mostrar link para enviar outra resposta Mensagem de confirmação: Parabéns, você acabou de concluir seu questionário de Pré-Teste.	
Testes ☒ Criar teste Opções de teste Modo bloqueado em Chromebooks Liberar nota: ☐ Liberar nota: imediatamente após a envio ☒ Liberar nota: posteriormente, depois da revisão manual (Ativa coleta de e-mails) As pessoas que responderem podem ver: ☐ Resposta erradas ☐ Resposta corretas ☐ Valores	
Google Sala de aula: Nome: Questionário Pré-teste (Q-Pre)	☐  Atividade ☒  Atividade com teste
Questionário – Avaliação	
Visa determinar a presença ou ausência de conhecimentos e habilidades, assim como detectar elementos alvo de novas experiências de aprendizagem. Será utilizado para melhor alinhar novos objetivos, definir estratégias e conteúdos complementares.	

1 – Qual a definição de Pulso?



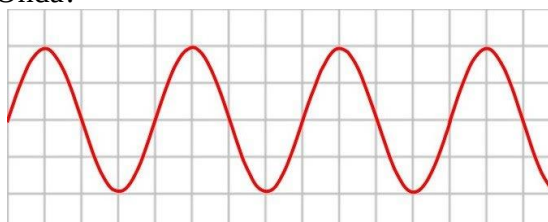
Misturar: Sim (x) Não ()

Feedback para resposta Verdadeiro: Parabéns! Você acertou!

Feedback para resposta Falso: Que tal pensar melhor!

Alternativas ou Escolhas	Nota %	Feedback
1 Perturbação física que se propaga transportando energia sem transportar matéria.	Nenhum	Parabéns! Você acertou!
2 Perturbação mecânica que se propaga transportando força sem transportar matéria.	Nenhum	Que tal pensar melhor!
3 Perturbação vibrante que se propaga transportando partículas sem transportar matéria.	Nenhum	Que tal pensar melhor!
4 Perturbação radioativa que se propaga transportando força sem transportar matéria.	Nenhum	Que tal pensar melhor!

2 – Qual a definição de Onda?



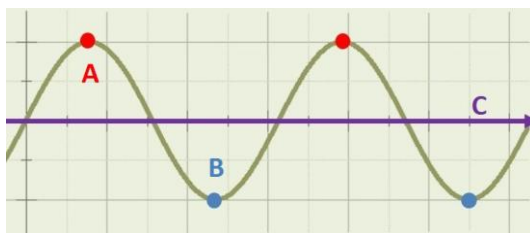
Misturar: Sim (x) Não ()

Feedback para resposta Verdadeiro: Parabéns! Você acertou!

Feedback para resposta Falso: Que tal pensar melhor!

Alternativas ou Escolhas	Nota %	Feedback
1 É uma sucessão ininterrupta de Vales.	Nenhum	Que tal pensar melhor!
2 É uma sucessão ininterrupta de Amplitudes.	Nenhum	Que tal pensar melhor!
3 É uma sucessão ininterrupta de Pulsos.	Nenhum	Parabéns! Você acertou!
4 É uma sucessão ininterrupta de Nós.	Nenhum	Que tal pensar melhor!

3 – Indique os elementos de uma Onda:



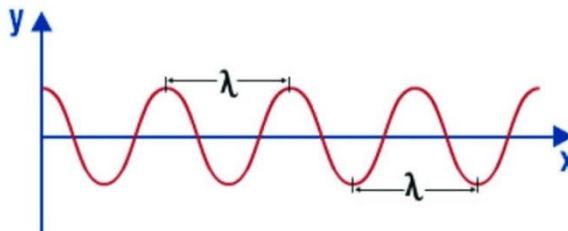
Misturar: Sim (x) Não ()

Feedback para resposta Verdadeiro: Parabéns! Você acertou!

Feedback para resposta Falso: Que tal pensar melhor!

Alternativas ou Escolhas	Nota %	Feedback
1 A – Nó, B – Vale, C – Limite.	Nenhum	Que tal pensar melhor!
2 A – Crista, B – Vale, C – Eixo.	Nenhum	Parabéns! Você acertou!
3 A – Harmônico, B – Amplitude, C – Divisão.	Nenhum	Que tal pensar melhor!
4 A – Crista, B – Amplitude, C – Segmento.	Nenhum	Que tal pensar melhor!

4 – A letra grega λ (lambda) representa?:



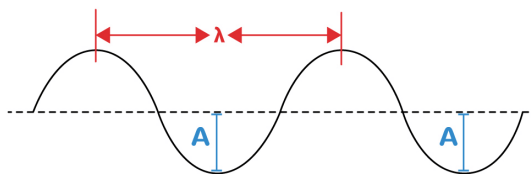
Misturar: Sim (x) Não ()

Feedback para resposta Verdadeiro: Parabéns! Você acertou!

Feedback para resposta Falso: Que tal pensar melhor!

Alternativas ou Escolhas	Nota %	Feedback
1 Harmônico da onda.	Nenhum	Que tal pensar melhor!
2 Amplitude da onda.	Nenhum	Que tal pensar melhor!
3 Comprimento de onda.	Nenhum	Parabéns! Você acertou!
4 Frequência da onda.	Nenhum	Que tal pensar melhor!

5 – As letra λ (lambda) e A, representam respectivamente.



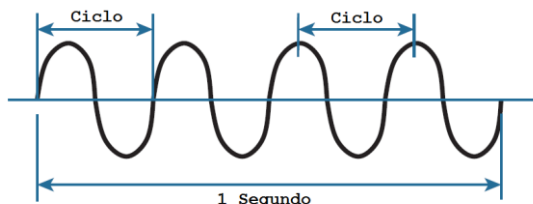
Misturar: Sim (x) Não ()

Feedback para resposta Verdadeiro: Parabéns! Você acertou!

Feedback para resposta Falso: Que tal pensar melhor!

Alternativas ou Escolhas	Nota %	Feedback
1 Ciclo da onda, Amplitude da frequência.	Nenhum	Que tal pensar melhor!
2 Comprimento de onda, Amplitude da onda.	Nenhum	Parabéns! Você acertou!
3 Período da Onda, Vale da onda.	Nenhum	Que tal pensar melhor!
4 Cristas da Onda, Amplitude da onda.	Nenhum	Que tal pensar melhor!

6 – Se 1 Hz representa a uma quantidade de Ciclos por segundo, quantos Hertz possui a Onda ilustrada?



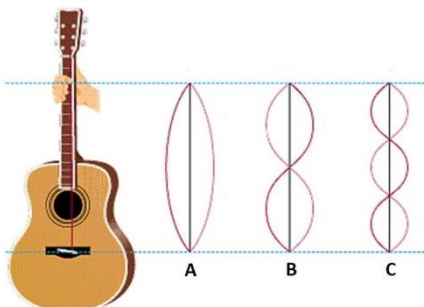
Misturar: Sim (x) Não ()

Feedback para resposta Verdadeiro: Parabéns! Você acertou!

Feedback para resposta Falso: Que tal pensar melhor!

Alternativas ou Escolhas	Nota %	Feedback
1 2 Hertz.	Nenhum	Que tal pensar melhor!
2 6 Hertz.	Nenhum	Que tal pensar melhor!
3 4 Hertz.	Nenhum	Parabéns! Você acertou!
4 6 Hertz.	Nenhum	Que tal pensar melhor!

7 – Quantos harmônicos são possíveis de encontrar nos itens: A, B e C?



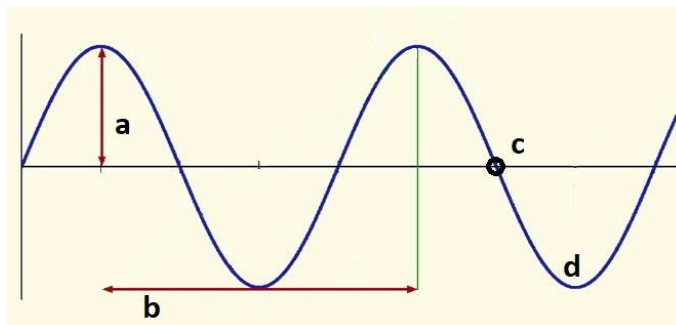
Misturar: Sim (x) Não ()

Feedback para resposta Verdadeiro: Parabéns! Você acertou!

Feedback para resposta Falso: Que tal pensar melhor!

Alternativas ou Escolhas		Nota %	Feedback
1	A = 2, B = 3, C = 4	Nenhum	Que tal pensar melhor!
2	A = 1, B = 3, C = 3	Nenhum	Que tal pensar melhor!
3	A = 1, B = 2, C = 3	Nenhum	Parabéns! Você acertou!
4	A = 2, B = 2, C = 4.	Nenhum	Que tal pensar melhor!

8 – Identifique os componentes da Onda indicados:



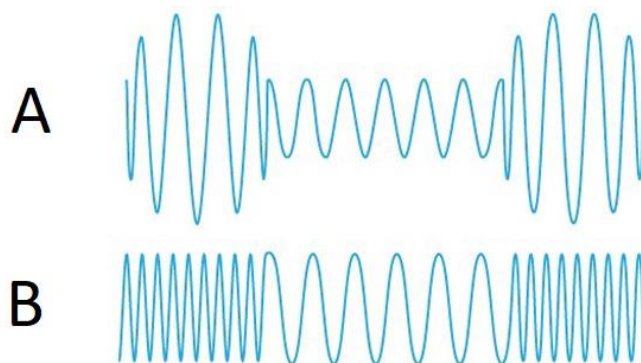
Misturar: Sim (x) Não ()

Feedback para resposta Verdadeiro: Parabéns! Você acertou!

Feedback para resposta Falso: Que tal pensar melhor!

Alternativas ou Escolhas		Nota %	Feedback
1	A – Ciclo, B – Vale, C – Crista, D – Amplitude.	Nenhum	Que tal pensar melhor!
2	A – Nó, B – Período, C – Crista, D – Vale.	Nenhum	Que tal pensar melhor!
3	A – Harmônico, B – Amplitude, C – Nó, D – Crista.	Nenhum	Parabéns! Você acertou!
4	A – Amplitude, B – Ciclo, C – Nó, D – Vale.	Nenhum	Que tal pensar melhor!

9 – As Ondas indicadas em A e B, correspondem respectivamente?



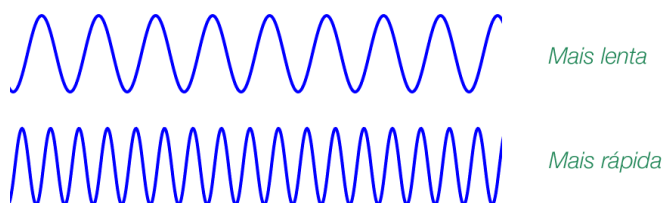
Misturar: Sim (x) Não ()

Feedback para resposta Verdadeiro: Parabéns! Você acertou!

Feedback para resposta Falso: Que tal pensar melhor!

Alternativas ou Escolhas		Nota %	Feedback
1	FM e Ondas Médias.	Nenhum	Que tal pensar melhor!
2	Ondas Curtas e AM.	Nenhum	Que tal pensar melhor!
3	FM e AM.	Nenhum	Parabéns! Você acertou!
4	AM e FM.	Nenhum	Que tal pensar melhor!

10 – Som mais agudo é som de:



Misturar: Sim (x) Não ()

Feedback para resposta Verdadeiro: Parabéns! Você acertou!

Feedback para resposta Falso: Que tal pensar melhor!

Alternativas ou Escolhas		Nota %	Feedback
1	Maior intensidade.	Nenhum	Que tal pensar melhor!
2	Menor intensidade.	Nenhum	Que tal pensar melhor!
3	Menor frequência.	Nenhum	Parabéns! Você acertou!
4	Maior frequência.	Nenhum	Que tal pensar melhor!

APÊNDICE C - 4 – Questionário de Satisfação.

QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO

Configuração do formulário	
Geral ☒ Coletar endereço de e-mail ☐ Recibos de resposta É necessário fazer login: ☒ Restringir aos usuários em _____ das organizações confiáveis ☒ Limitar a 1 resposta (Os participantes precisarão fazer login no Google.) Os participantes podem: ☐ Editar após o envio ☐ Ver gráfico de sumário e respostas de texto	
Apresentação ☐ Mostra barra de progresso ☐ Embaralhar a ordem das perguntas ☐ Mostrar link para enviar outra resposta Mensagem de confirmação: Parabéns, você acabou de concluir seu questionário de avaliação e satisfação.	
Testes ☒ Criar teste Opções de teste Modo bloqueado em Chromebooks Liberar nota: ☐ Liberar nota: imediatamente após o envio ☒ Liberar nota: posteriormente, depois da revisão manual (Ativa coleta de e-mails) As pessoas que responderem podem ver: ☐ Resposta erradas ☐ Resposta corretas ☐ Valores	
Google Sala de aula: Nome: Questionário Satisfação (Q-Sat)	☐  Atividade ☒  Atividade com teste
Questionário – Avaliação	
Este questionário destina-SE a avaliação da condução do processo de ensino através de Ensino Remoto Emergencial, dos recursos TDIC, dos experimentos e a forma como o pesquisador encaminhou as aulas.	

Título: Questão 1	Pontuação: sem pontuação	
Enunciado: As aulas foram conduzidas de forma confortável?		
Feedback para resposta Verdadeiro:		
Feedback para resposta Falso:		
☐ Resposta curta ☐ Parágrafo ☒ Múltipla escolha	☐ Caixas de seleção ☐ Lista suspensa ☐ Upload de arquivo	☐ Escala linear ☐ Grade de múltipla escolha ☐ Grade da caixa de seleção
Respostas:		
Concordo totalmente Concordo Indeciso Discordo Discordo totalmente		
☐ Ordenar as opções aleatoriamente		

Título: Questão 2	Pontuação: sem pontuação	
Enunciado: Deixe a sua opinião sobre a condução das aulas?		
Feedback para resposta Verdadeiro: Parabéns! Você acertou!		
Feedback para resposta Falso: Que tal pensar melhor!		
☐ Resposta curta ☒ Parágrafo ☐ Múltipla escolha	☒ Caixas de seleção ☐ Lista suspensa ☐ Upload de arquivo	☐ Escala linear ☐ Grade de múltipla escolha ☐ Grade da caixa de seleção
Respostas:		
☐ Ordenar as opções aleatoriamente		

Título: Questão 3	Pontuação: sem pontuação	
Enunciado: Você compreendeu a sequência de apresentação dos conteúdos de Física?		
Feedback para resposta Verdadeiro:		
Feedback para resposta Falso:		
☐ Resposta curta ☐ Parágrafo ☒ Múltipla escolha	☒ Caixas de seleção ☐ Lista suspensa ☐ Upload de arquivo	☐ Escala linear ☐ Grade de múltipla escolha ☐ Grade da caixa de seleção
Respostas:		
Com muita frequência Frequentemente Ocasionalmente Raramente Nunca		
☐ Ordenar as opções aleatoriamente		

Título: Questão 4	Pontuação: sem pontuação
Enunciado: Comente: Feedback para resposta Verdadeiro: Feedback para resposta Falso:	
☐ Resposta curta ☒ Parágrafo ☐ Múltipla escolha	☐ Caixas de seleção ☐ Lista suspensa ☐ Upload de arquivo
☐ Escala linear ☐ Grade de múltipla escolha ☐ Grade da caixa de seleção	
Respostas:	
☐ Ordenar as opções aleatoriamente	

Título: Questão 5	Pontuação: sem pontuação
Enunciado: O professor permitia que você realiza-se questionamentos sobre os conteúdos? Feedback para resposta Verdadeiro: Feedback para resposta Falso:	
☐ Resposta curta ☐ Parágrafo ☒ Múltipla escolha	☐ Caixas de seleção ☐ Lista suspensa ☐ Upload de arquivo
☐ Escala linear ☐ Grade de múltipla escolha ☐ Grade da caixa de seleção	
Respostas:	
Com muita frequência Frequentemente Ocasionalmente Raramente Nunca	
☐ Ordenar as opções aleatoriamente	

Título: Questão 6	Pontuação: sem pontuação
Enunciado: O material instrucional (notas de aulas, vídeos, slides, modelos de relatórios, etc.) permitia acompanhar os conteúdos apresentados? Feedback para resposta Verdadeiro: Feedback para resposta Falso:	
☐ Resposta curta ☐ Parágrafo ☒ Múltipla escolha	☐ Caixas de seleção ☐ Lista suspensa ☐ Upload de arquivo
☐ Escala linear ☐ Grade de múltipla escolha ☐ Grade da caixa de seleção	
Respostas:	
Com muita frequência Frequentemente Ocasionalmente Raramente Nunca	
☐ Ordenar as opções aleatoriamente	

Título: Questão 7		Pontuação: sem pontuação	
Enunciado: Como você considera o seu nível de aproveitamento na disciplina:			
Feedback para resposta Verdadeiro:			
Feedback para resposta Falso:			
() Resposta curta	() ☒ Caixas de seleção	() Escala linear	
() Parágrafo	() Lista suspensa	() Grade de múltipla escolha	
(x) ☒ Múltipla escolha	() Upload de arquivo	() Grade da caixa de seleção	
Respostas:			
Muito bom			
Bom			
Normal			
Ruim			
Muito ruim			
() Ordenar as opções aleatoriamente			

Título: Questão 8		Pontuação: sem pontuação	
Enunciado: A plataforma de conferência remota (Google Meet) ajudou nas aulas?			
Feedback para resposta Verdadeiro:			
Feedback para resposta Falso:			
() Resposta curta	() ☒ Caixas de seleção	() Escala linear	
() Parágrafo	() Lista suspensa	() Grade de múltipla escolha	
(x) ☒ Múltipla escolha	() Upload de arquivo	() Grade da caixa de seleção	
Respostas:			
Extremamente importante			
Muito importante			
Importante			
Pouco importante			
Sem importância			
() Ordenar as opções aleatoriamente			

Título: Questão 9		Pontuação: sem pontuação	
Enunciado: Comente:			
Feedback para resposta Verdadeiro:			
Feedback para resposta Falso:			
() Resposta curta	() ☒ Caixas de seleção	() Escala linear	
(x) Parágrafo	() Lista suspensa	() Grade de múltipla escolha	
() ☒ Múltipla escolha	() Upload de arquivo	() Grade da caixa de seleção	
Respostas:			
() Ordenar as opções aleatoriamente			

Título: Questão 10		Pontuação: sem pontuação	
Enunciado: No que se refere ensino de Física através de dispositivos móveis e APPs, você considera:			
Feedback para resposta Verdadeiro: Feedback para resposta Falso:			
☐ Resposta curta ☐ Parágrafo ☒ Múltipla escolha	☐ Caixas de seleção ☐ Lista suspensa ☐ Upload de arquivo	☐ Escala linear ☐ Grade de múltipla escolha ☐ Grade da caixa de seleção	
Respostas: Muito proveitoso Proveitoso Normal Ruim Muito ruim			
☐ Ordenar as opções aleatoriamente			

Título: Questão 11		Pontuação: sem pontuação	
Enunciado: Comente:			
Feedback para resposta Verdadeiro: Feedback para resposta Falso:			
☐ Resposta curta ☒ Parágrafo ☐ Múltipla escolha	☒ Caixas de seleção ☐ Lista suspensa ☐ Upload de arquivo	☐ Escala linear ☐ Grade de múltipla escolha ☐ Grade da caixa de seleção	
Respostas:			
☐ Ordenar as opções aleatoriamente			

Título: Questão 12		Pontuação: sem pontuação	
Enunciado: Qual a sua opinião quanto ao ensino de Física através de projetos práticos:			
Feedback para resposta Verdadeiro:			
Feedback para resposta Falso:			
☐ Resposta curta ☐ Parágrafo ☒ Múltipla escolha	☐ Caixas de seleção ☐ Lista suspensa ☐ Upload de arquivo	☐ Escala linear ☐ Grade de múltipla escolha ☐ Grade da caixa de seleção	
Respostas:			
Extremamente eficaz Muito eficaz Eficaz Pouco Eficaz Nada eficaz			
☐ Ordenar as opções aleatoriamente			

Título: Questão 13		Pontuação: sem pontuação	
Enunciado: Comente:			
Feedback para resposta Verdadeiro:			
Feedback para resposta Falso:			
☐ Resposta curta ☒ Parágrafo ☐ Múltipla escolha	☒ Caixas de seleção ☐ Lista suspensa ☐ Upload de arquivo	☐ Escala linear ☐ Grade de múltipla escolha ☐ Grade da caixa de seleção	
Respostas:			
☐ Ordenar as opções aleatoriamente			

Título: Questão 14		Pontuação: sem pontuação	
Enunciado: Quais as suas dificuldades durante o curso?			
Feedback para resposta Verdadeiro:			
Feedback para resposta Falso:			
☐ Resposta curta ☒ Parágrafo ☐ Múltipla escolha	☒ Caixas de seleção ☐ Lista suspensa ☐ Upload de arquivo	☐ Escala linear ☐ Grade de múltipla escolha ☐ Grade da caixa de seleção	
Respostas:			
☐ Ordenar as opções aleatoriamente			

APÊNDICE C - 5 – Questionário TDIC e Maker.

QUESTIONÁRIO TDIC E MAKER

Configuração do formulário	
Geral ☒ Coletar endereço de e-mail ☐ Recibos de resposta É necessário fazer login: ☒ Restringir aos usuários em _____ das organizações confiáveis ☒ Limitar a 1 resposta (Os participantes precisarão fazer login no Google.) Os participantes podem: ☐ Editar após o envio ☐ Ver gráfico de sumário e respostas de texto	
Apresentação ☐ Mostra barra de progresso ☐ Embaralhar a ordem das perguntas ☐ Mostrar link para enviar outra resposta Mensagem de confirmação: Parabéns, você acabou de concluir seu questionário de avaliação e satisfação.	
Testes ☒ Criar teste Opções de teste Modo bloqueado em Chromebooks Liberar nota: ☐ Liberar nota: imediatamente após o envio ☐ Liberar nota: posteriormente, depois da revisão manual (Ativa coleta de e-mails) As pessoas que responderem podem ver: ☐ Resposta erradas ☐ Resposta corretas ☐ Valores	
Google Sala de aula: Nome: Questionário TDIC e Maker (Q-TDIC-Maker)	☐  Atividade ☒  Atividade com teste
Questionário – Avaliação	
Estamos realizando este levantamento para verificar os recursos tecnológicos e Makes que os nossos alunos dispõem. Durante o curso são confeccionadas e executadas experiências, utilizando utensílios domésticos, escolares e equipamentos eletrodomésticos e eletroeletrônicos, bem como qualquer instrumento musical que os alunos tenham acesso.	

Título: Questão 1	Pontuação: sem pontuação	
Enunciado: Componentes Maker. Marque os componentes que você possui.		
Feedback para resposta Verdadeiro: Feedback para resposta Falso:		
☐ Resposta curta ☐ Parágrafo ☒ Múltipla escolha	☒ Caixas de seleção ☐ Lista suspensa ☐ Upload de arquivo	☐ Escala linear ☐ Grade de múltipla escolha ☐ Grade da caixa de seleção
Respostas: ☐ Copo vidro ☐ Copo de plástico ☐ Caixa de sapato ☐ Elástico de borracha (liga de borracha/dinheiro) ☐ Cano de PVC ☐ Bexiga (balão de aniversário) ☐ Garrafa de vidro ☐ Garrafa PET ☐ Régua (20 cm) ou maior ☐ Canudo de refrigerante ☐ Barbante ☐ Ventilador ☐ Liquidificador ☐ Batedeira ☐ Multiprocessador ☐ Balde d'água ☐ Caixa ou vasilha tipo Tupperware		
☐ Ordenar as opções aleatoriamente		

Título: Questão 2	Pontuação: sem pontuação	
Enunciado: Marque os instrumentos musicais que você possui.		
Feedback para resposta Verdadeiro: Feedback para resposta Falso:		
☐ Resposta curta ☐ Parágrafo ☒ Múltipla escolha	☒ Caixas de seleção ☐ Lista suspensa ☐ Upload de arquivo	☐ Escala linear ☐ Grade de múltipla escolha ☐ Grade da caixa de seleção
Respostas: ☐ Flauta (flauta doce) ☐ Violão ☐ Teclado profissional ☐ Teclado infantil ☐ Tambor musical ☐ Xilofone ☐ Apito		
☐ Ordenar as opções aleatoriamente		

Título: Questão 3		Pontuação: sem pontuação
Enunciado: Indique outros instrumentos sonoros que você possui:		
Feedback para resposta Verdadeiro: Feedback para resposta Falso:		
☐ Resposta curta ☒ Parágrafo ☐ Múltipla escolha	☐ Caixas de seleção ☐ Lista suspensa ☐ Upload de arquivo	☐ Escala linear ☐ Grade de múltipla escolha ☐ Grade da caixa de seleção
Respostas:		
☐ Ordenar as opções aleatoriamente		

Título: Questão 4		Pontuação: sem pontuação
Enunciado: Indique o dispositivo móvel você possui:		
Feedback para resposta Verdadeiro: Feedback para resposta Falso:		
☐ Resposta curta ☐ Parágrafo ☐ Múltipla escolha	☒ Caixas de seleção ☐ Lista suspensa ☐ Upload de arquivo	☐ Escala linear ☐ Grade de múltipla escolha ☐ Grade da caixa de seleção
Respostas:		
☐ Android ☐ Apple ☐ Huawei		
☐ Ordenar as opções aleatoriamente		

APÊNDICE D – Guia de instalação e configuração do aplicativo Arduino Science Journal

GUIA ARDUINO SCIENCE JOURNAL

O aplicativo **Arduino Science Journal** constitui-se de um laboratório portátil para experimentações em Ciências e Física (Mecânica, Óptica, Acústica e Ondulatória), para tanto em nossas atividades será necessária sua instalação, bem como compreender como devemos: coletar, analisar e exportar os dados adquiridos nas práticas realizadas.

1 – Instalação e permissões:

Acesse qualquer uma das referidas lojas virtuais e baixar o app no smartphone.



**OLÁ! ESTE É O
SCIENCE JOURNAL.**

Use o Science Journal para fazer
experimentos no mundo ao seu redor

PRIMEIROS PASSOS



(1) Tela inicial



LOCATION

Para acessar dispositivos externos ("Sensor do Science Journal") usando o Science Journal, é necessário ativar o Bluetooth. Para descobrir os Sensores do Science Journal, você precisa conceder permissão ao Android para acessar sua localização, já que outros dispositivos Bluetooth podem transmitir as informações de localização deles durante a descoberta de dispositivo. No entanto, o Science Journal não armazenará nem usará essas informações de localização, e os Sensores do Science Journal não transmitirão as informações de localização.

(2) Permissão de acesso



LOCATION

Para acessar dispositivos externos ("Sensor do Science Journal") usando o Science Journal, é necessário ativar o Bluetooth. Para descobrir os Sensores do Science Journal, você precisa conceder permissão ao Android para acessar sua localização, já que outros dispositivos Bluetooth podem transmitir as informações de localização deles durante a descoberta de dispositivo. No entanto, o Science Journal não armazenará nem usará essas informações de localização, e os Sensores do Science Journal não transmitirão as informações de localização.

I UNDERSTAND

(3) Aceitar



LOCATION

Para acessar dispositivos externos ("Sensor do Science Journal") usando o Science Journal, é necessário ativar o Bluetooth. Para

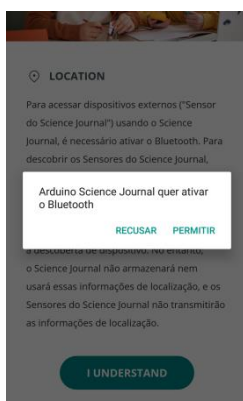
Permitir que o app
**Arduino Science
Journal** acesse
a localização do
dispositivo?

NEGAR PERMITIR

usará essas informações de localização, e os Sensores do Science Journal não transmitirão as informações de localização.

I UNDERSTAND

(4) Permissão para local
(Permitir)



LOCATION

Para acessar dispositivos externos ("Sensor do Science Journal") usando o Science Journal, é necessário ativar o Bluetooth. Para descobrir os Sensores do Science Journal,

Arduino Science Journal quer ativar
o Bluetooth

RECUSAR PERMITIR

o Science Journal não armazenará nem usará essas informações de localização, e os Sensores do Science Journal não transmitirão as informações de localização.

I UNDERSTAND

(5) Permissão para Bluetooth
(Permitir)



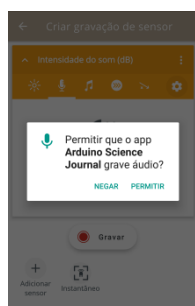
THAT'S IT!

We're done checking for permissions. If you need to modify these permissions in the future, you can do so at any time in the Science Journal app settings of the Android Settings app.

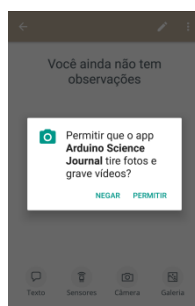
CONTINUE

(6) Confirmar permissões

Quando o aplicativo for acessar o microfone, câmera e demais funcionalidades do dispositivo móvel, será solicitada permissão do usuário, conforme imagens abaixo:



Áudio



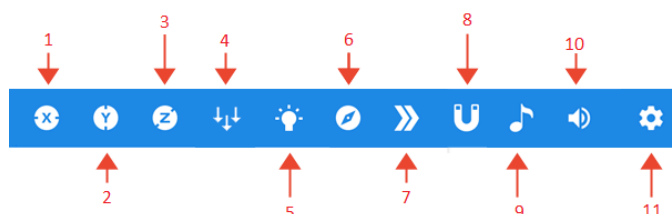
Vídeo



Pasta de mídias

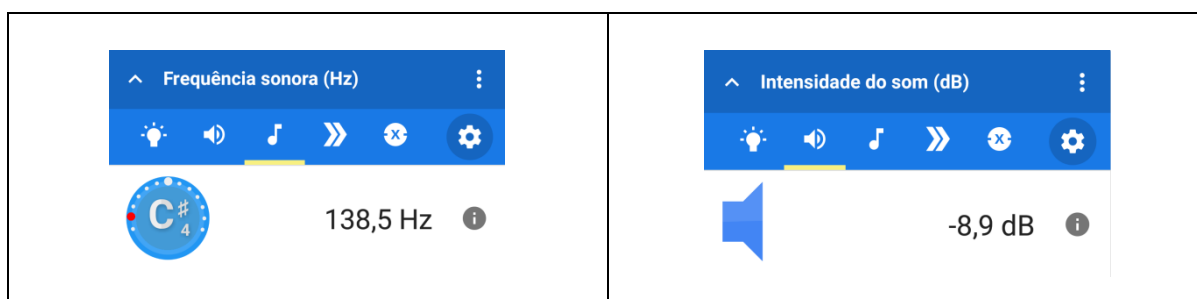
2 – Sensores:

O aplicativo irá disponibilizar, dependendo do **sistema operacional**, da **versão**, assim como da **marca** e do **modelo** de dispositivo móvel, os seguintes sensores.



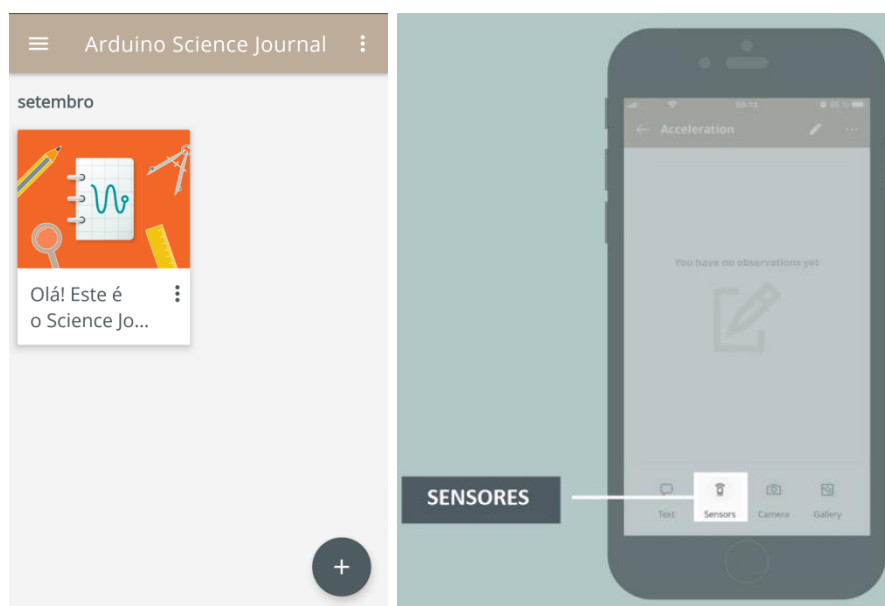
1. Acelerômetro eixo X.
2. Acelerômetro eixo Y.
3. Acelerômetro eixo Z.
4. Barômetro.
5. Luz Ambiente,
6. Bússola.
7. Acelerômetro linear (giroscópio),
8. Magnetômetro.
9. Frequência sonora.
10. Intensidade do som.
11. Configurações

Nas práticas de Acústica e Ondulatória iremos somente utilizar as funcionalidade: **9 e 10**.



Comece abrindo o aplicativo em seu telefone. Crie um **novo experimento** e **atribua um nome** que faça sentido para o experimento, por exemplo, "Vidrofone".

Abra a guia de funcionalidades e clique no ícone do sensor definido no projeto experimental.



3 – Modo de gravação, edição e exportação de dados:

Para gravação seleciona-se um sensor e clica-se no BOTÃO VERMELHO GRAVAR.

Modo de gravação.	Cartão resultante da gravação.

Através do ícone  é possível retirar coletas ‘instantâneas’, isto é, de certo momento com um dado específico. Será gerado um cartão independente.

Clica-se no cartão tem-se um Gráfico de Controle. Obtemos os valores: Mínimos, a Média e os Máximos.	Clica-se nos títulos, obtêm-se as linhas indicativas no Gráfico de Controle.

Para **editar** clica-se no ícone dos três pontos na barra superior.



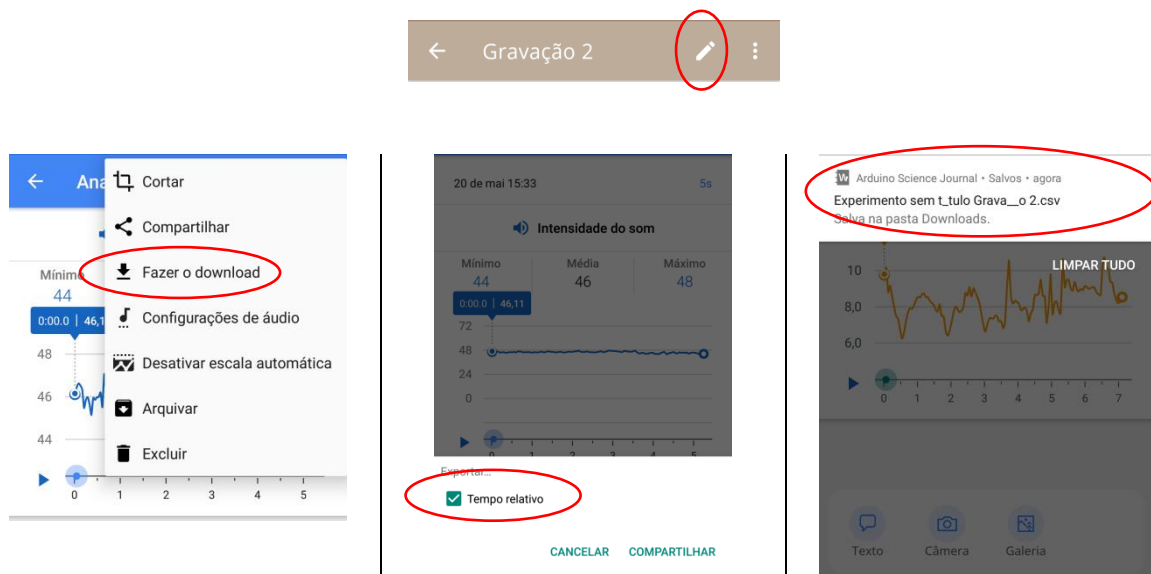
O gráfico apresentado pode ser editado, cortando-se o seguimento que melhor represente os dados do experimento.

Clica-se no ícone CORTAR.	Movem-se as guias laterais.

A edição é importante quando retirar ruídos, erros e dados coletados que não fazem parte do experimento. Com o gráfico contendo somente os dados esperados podemos analisar e comparar com outros testes.

Editar o gráfico de Controle também permite que os valores **Mínimos**, **Máximos** e a **Média** fiquem o mais próximo possível da realidade. Dessa forma outras medidas e cálculos podem ser aplicados corretamente.

Para **exportar** clica-se no ícone dos três pontos na barra superior.



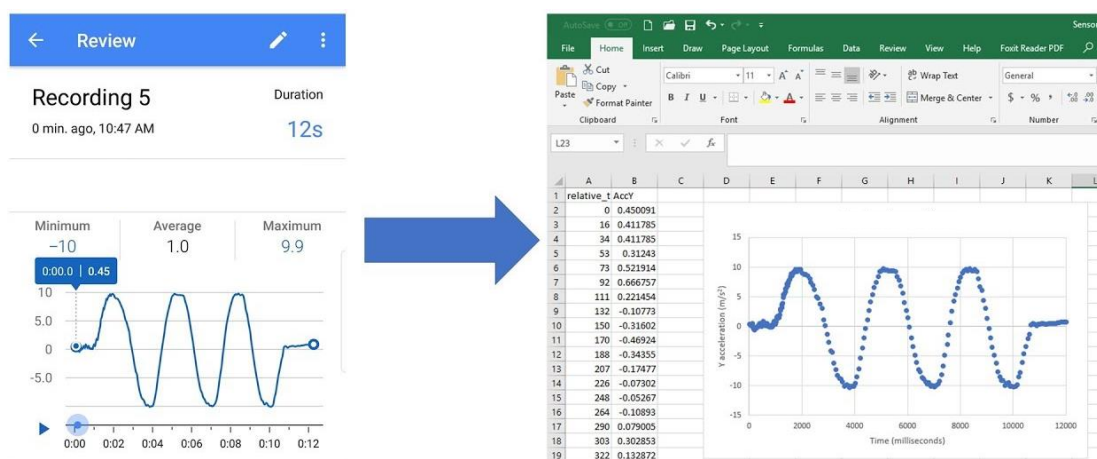
Clica-se no ícone **Fazer o download**.

Seleciona-se a opção **Tempo relativo**.

O arquivo é salvo no formato **.csv**.

Os arquivos (.csv) podem ser importados para planilhas eletrônicas ou ambientes de programação.

Importante observar que os dados devem ser ‘tratados’, isto é, **convertidos em números**, pois os mesmos, após a importação, são reconhecidos somente como ‘texto’, por conseguinte cálculos e gráficos podem apresentar resultados errados ou distorções.



4 – Unidades de medidas:

No aplicativo a medida de **Frequência** encontra-se em **Hertz (Hz)** e a unidade de **Intensidade Sonora** é dada em **Decibel (dB)**:

A formula da Frequência é definida como:

$$f = \frac{\text{Número de voltas ou oscilações}}{\text{Intervalo de tempo}}$$

A fórmula da Intensidade Sonora é definida como:

$$I = \frac{P}{S} \text{ com } S = 4\pi r^2 \rightarrow I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

I – intensidade sonora (W/m²)

P – potência da fonte emissora (W)

S – área (m²)

r – raio da área esférica (m)

Para escrevermos a intensidade sonora na escala de bel, devemos utilizar a seguinte relação:

$$dB = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \quad I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

I₀ – limiar da audibilidade

I – intensidade sonora observada

Contudo os dados do **tempo** são apresentados no seguinte formato:

0:00.0

Minuto	Segundo	Décimos de segundos
--------	---------	---------------------

Onde temos, por exemplo:

0:03.5

Minuto	3 Segundos	5 Décimos de segundos
--------	------------	-----------------------

APÊNDICE E - 1 – Ficha de registro: Câmara anecoica

RELATÓRIO: CÂMARA ANECOICA

Nome	
------	--

EXPERIMENTO 1

ARQUIVO	MIN	MED	MÁX
CaixaAbertaFreq.			
CaixaAbertaInten			

Relatar o que foi observado, se ocorreram alterações ou mudanças.

EXPERIMENTO 2

ARQUIVO	MIN	MED	MÁX
CaixaFechadaFreq0.			
CaixaFechadaInten0.			

Relatar o que foi observado, se ocorreram alterações ou mudanças.

Relatar as diferenças encontradas entre o experimento 1 e o experimento 2.

EXPERIMENTO 3

ARQUIVO	MIN	MED	MÁX
CaixaFechadaFreq1.			
CaixaFechadaInten1.			
CaixaFechadaFreq2.			
CaixaFechadaInten3.			
CaixaFechadaFreq4.			
CaixaFechadaInten4.			

Relatar o que foi observado, se ocorreram alterações ou mudanças.

Satisfação com o experimento (marcar com um X)	
Muito importante	
Importante	
Razoavelmente importante	
Pouco importante	
Sem importância	

APÊNDICE E - 2 – Ficha de registro: Tubos sonoros.

RELATÓRIO: TUBOS SONOROS

Nome	
------	--

MEDIDAS - Tubo _____ mm

Dados coletados na 1ª medição

	Frequência (f) Hz							
Distância (L) cm	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000
L1								
L2								
L3								

Relatar o que foi observado, se ocorreram alterações ou mudanças.

--

Dados coletados na 2ª medição

	Frequência (f) Hz							
Distância (L) cm	1200	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000
L1								
L2								
L3								

Relatar o que foi observado, se ocorreram alterações ou mudanças.

--

Satisfação com o experimento (marcar com um X)

Muito importante	
Importante	
Razoavelmente importante	
Pouco importante	
Sem importância	

APÊNDICE E - 3 – Ficha de registro: Monorcórdio.

RELATÓRIO: MONOCÓRDIO

Nome	
------	--

EXPERIMENTO 1 - Sensor de Frequência Sonora.

ARQUIVO	MIN	MED	MÁX
MonoExt-0-0.			
MonoExt-5-5.			
MonoExt-5-10			
MonoExt-10-10			

Relatar o que foi observado, se ocorreram alterações ou mudanças.

EXPERIMENTO 2 - Sensor de Frequência Sonora.

ARQUIVO	MIN	MED	MÁX
MonoInt-0-0.			
MonoInt-5-5.			
MonoInt-5-10			
MonoInt-10-10			

Relatar o que foi observado, se ocorreram alterações ou mudanças.

EXPERIMENTO 3 - Sensor de Intensidade Sonora

ARQUIVO	MIN	MED	MÁX
MonoExt-0-0-bB.			
MonoExt-5-5-bB.			
MonoExt-5-10-bB.			
MonoExt-10-10-bB.			

Relatar o que foi observado, se ocorreram alterações ou mudanças.

Satisfação com o experimento (marcar com um X)

Muito importante	
Importante	
Razoavelmente importante	
Pouco importante	
Sem importância	

APÊNDICE E - 4 – Ficha de registro: Caixa amplificada.

RELATÓRIO: CAIXA AMPLIFICADA

Nome	
------	--

EXPERIMENTO 1

ARQUIVO	MIN	MED	MÁX
SomExtSeno.			
SomIntSeno.			
SomExtQuadrado.			
SomIntQuadrado.			
SomExtTriangulo.			
SomIntTriangulo.			
SomExtSerra.			
SomIntSerra.			

Relatar o que foi observado, se ocorreram alterações ou mudanças.

Satisfação com o experimento (marcar com um X)	
Muito importante	
Importante	
Razoavelmente importante	
Pouco importante	
Sem importância	

APÊNDICE E - 5 – Ficha de registro: Vidroflauta.

RELATÓRIO: VIDROFLAUTA

Nome	
------	--

EXPERIMENTO 1

ARQUIVO	MIN	MED	MÁX
PequenaIntensidade.			
MediaIntensidade.			
GrandeIntensidade.			

PequenaNotaMusical.			
MediaNotaMusical.			
GrandeNotaMusical.			

Relatar o que foi observado, se ocorreram alterações ou mudanças.

EXPERIMENTO 2

ARQUIVO	MIN	MED	MÁX
PequenaIntensidadeÁgua.			
MediaIntensidadeÁgua.			
GrandeIntensidadeÁgua.			
PequenaNotaMusicalÁgua.			
GarrafaMediaNotaMusicalÁgua.			
GarrafaGrandeNotaMusicalÁgua.			

Relatar o que foi observado, se ocorreram alterações ou mudanças.

EXPERIMENTO 3

ARQUIVO	MIN	MED	MÁX
GarrafaIntensidadeFria.			
GarrafaFrequênciaFria.			

Relatar o que foi observado, se ocorreram alterações ou mudanças.

Satisfação com o experimento (marcar com um X)	
Muito importante	
Importante	
Razoavelmente importante	
Pouco importante	
Sem importância	

APÊNDICE E - 6 – Ficha de registro: Vidrofone.

RELATÓRIO: VIDROFONE

Nome	
------	--

EXPERIMENTO 1

ARQUIVO	MIN	MED	MÁX
EscalaMaior.			
EscalaMenor.			
ExtremoDóSi.			
ExtremoRéLá.			
ExtremoMiSol.			

Relatar o que foi observado, se ocorreram alterações ou mudanças.

--

EXPERIMENTO 2

ARQUIVO	MIN	MED	MÁX
ExperimentoSemSal.			
ExperimentoComSal.			

Relatar o que foi observado, se ocorreram alterações ou mudanças.

--

EXPERIMENTO 3

ARQUIVO	MIN	MED	MÁX
FrascosAbertos.			
FrascosTampados.			

Relatar o que foi observado, se ocorreram alterações ou mudanças.

--

Satisfação com o experimento (marcar com um X)

Muito importante	
Importante	
Razoavelmente importante	
Pouco importante	
Sem importância	

APÊNDICE E - 7 – Ficha de registro: Ressonância sonora.

RELATÓRIO: RESSONÂNCIA

Nome	
------	--

EXPERIMENTO 1

ARQUIVO	MIN	MED	MÁX
CopoNotaDó,			
CopoNotaRé,			
CopoNotaMi,			
CopoNotaFá,			
CopoNotaSol,			
CopoNotaLá,			
CopoNotaSi,			

Relatar o que foi observado, se ocorreram alterações ou mudanças.

EXPERIMENTO 2

ARQUIVO	MIN	MED	MÁX
CopoSemÁgua.			
CopoComÁgua.			

Relatar o que foi observado, se ocorreram alterações ou mudanças.

EXPERIMENTO 3

ARQUIVO	MIN	MED	MÁX
CopoÁguaSemObj.			
CopoÁguaComObj.			

Relatar o que foi observado, se ocorreram alterações ou mudanças.

EXPERIMENTO 4

ARQUIVO	MIN	MED	MÁX
CopoSemÁguaRecipiente.			
CopoComÁguaRecipiente.			

Relatar o que foi observado, se ocorreram alterações ou mudanças.

Satisfação com o experimento (marcar com um X)	
Muito importante	
Importante	
Razoavelmente importante	
Pouco importante	
Sem importância	

APÊNDICE E - 8 – Ficha de registro: Telefone de corda.

RELATÓRIO: TELEFONE DE CORDA

Nome	
------	--

EXPERIMENTO 1

ARQUIVO	MIN	MED	MÁX
2metrosVoz.			
4metrosVoz.			
10metrosVoz			

Relatar o que foi observado, se ocorreram alterações ou mudanças.

EXPERIMENTO 2

ARQUIVO	MIN	MED	MÁX
SemPesoVoz.			
ComPesoVoz.			

Relatar o que foi observado, se ocorreram alterações ou mudanças.

EXPERIMENTO 3

ARQUIVO	MIN	MED	MÁX
Freq100hz.			
Freq200hz.			
Freq400hz.			
Freq800hz.			
Freq1000hz.			

Relatar o que foi observado, se ocorreram alterações ou mudanças.

Satisfação com o experimento (marcar com um X)	
Muito importante	
Importante	
Razoavelmente importante	
Pouco importante	
Sem importância	

APÊNDICE F - 1 – Nota de cálculo I – Porcentagem

CÁLCULO DOS DADOS

As equações e fórmulas apresentadas serão aplicadas aos valores: Mínimos, Máximos, Médias, coletadas, bem como aos gráficos exibidos pelo aplicativo **Google Science Journal** e/ou **Arduino Science Journal**.

PORCENTAGEM**1) Cálculo da PORCENTAGEM.**

$$p\% = \frac{p}{100}$$

$$20\% = \frac{20}{100} = 0,20$$

Exemplo: calcular 30% de 700. Concluimos que calcular **a%** de **x**, corresponde a fazer:

$$\frac{a}{100} * x$$

Logo,

$$30\% \text{ de } 700 = \frac{30}{100} \times 700$$

$$= 30 \times 7$$

$$= 210$$

2) Cálculo da VARIAÇÃO PERCENTUAL (VP).

Diferença percentual entre dois valores quaisquer.

$$\text{Variação Percentual} = (VF/VI - 1) \times 100$$

VF – Valor Final.

VI – Valor Inicial.

3) Cálculo porcentagem de AUMENTO.

$$\text{Variação percentual} = \frac{(\text{Valor maior} - \text{Valor menor})}{\text{Valor Menor}} \times 100$$

4) Cálculo porcentagem de REDUÇÃO.

$$\text{Variação percentual} = \frac{(\text{Valor maior} - \text{Valor menor})}{\text{Valor Maior}} \times 100$$

APÊNDICE F - 2 – Nota de cálculo II – Médias

CÁLCULO DOS DADOS

As equações e fórmulas apresentadas serão aplicadas aos valores: Mínimos, Máximos, Médias, coletadas, bem como aos gráficos exibidos pelo aplicativo **Google Science Journal** e/ou **Arduino Science Journal**.

TIPOS DE MÉDIAS

É importante entender a relação entre as **Médias Aritmética, Geométrica, Harmônica e Quadrática**, pois o uso destas relações permite resolver problemas que por vezes parecem não ter qualquer relação com elas.

“ Se $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ são números positivos e Q, A, G e H são suas médias quadrática, aritmética, geométrica e harmônica, respectivamente, então $Q \geq A \geq G \geq H$. Além disso, duas quaisquer dessas médias são iguais se, e somente se, os números da lista são todos iguais, $x_1 = x_2 = x_3 = \dots = x_n$. ”

1) **Cálculo da MÉDIA ARITMÉTICA (MA) ou MÉDIA ARITMÉTICA SIMPLES (MAS).**

Somam-se os valores e divide-se pela quantidade.

$$M = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad \text{ou} \quad \bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

M: Média.

n: quantidade de elementos.

$$MA = \frac{13 + 16 + 15 + 17 + 13 + 16 + 15 + 15}{8}$$

$$MA = \frac{120}{8} \Rightarrow MA = 15$$

2) **Cálculo da MÉDIA HARMÔNICA (Mh).**

A média harmônica de um conjunto de n dados é obtida dividindo a quantidade de dados pela soma dos **inversos dos dados**.

Seja x um número qualquer, o inverso de x é representado por:

$$x^{-1} = \frac{1}{x}$$

A fórmula é descrita, então, da seguinte maneira:

$$M_h = \frac{n}{\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_3} + \dots + \frac{1}{x_n}}$$

M_h: Média Harmônica.

n: quantidade de elementos.

Por exemplo, dado um conjunto A (2, 3, 5, 6, 9), como ele possui cinco elementos, a Média Harmônica de A é calculada por:

$$M_h = \frac{5}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{9}}$$

Dica: Para realizar a soma de frações, é necessário encontrar o **mínimo múltiplo comum** entre os denominadores:

$$\begin{array}{r|l} 2, 3, 5, 6, 9 & 2 \\ 1, 3, 5, 3, 9 & 3 \\ 1, 1, 5, 1, 3 & 3 \\ 1, 1, 5, 1, 1 & 5 \\ 1, 1, 1, 1, 1 & 2.3.3.5 = 90 \end{array}$$

O m.m.c (2, 3, 5, 6, 9) é igual a 90, logo, é possível realizar a soma das frações no denominador:

$$\begin{aligned} M_h &= \frac{5}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{9}} \\ M_h &= \frac{5}{\frac{45+30+18+15+10}{90}} \\ M_h &= \frac{5}{\frac{118}{90}} \\ M_h &= 5 \cdot \frac{90}{118} \\ M_h &= \frac{450}{118} = 3,81 \end{aligned}$$

3) Cálculo da MÉDIA QUADRÁTICA (M_q).

Sua aplicação é basicamente no ramo da Estatística e na Física.

A média quadrática ou RMS (Root Mean Square) é definida como a raiz quadrada da média aritmética dos elementos ao quadrado.

A média quadrática é muito utilizada para valores que variam entre positivos e negativos, como as ondas eletromagnéticas, sonoras, etc.

$$Mq = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + \dots + x_n^2}{n}}$$

Mq: Média Quadrática.

n: quantidade de elementos.

Exemplo:

O conjunto $A = \{ 2, 1, 0, 1 \text{ e } 2 \}$ possui sua média quadrática igual a 1,414214. Abaixo a fórmula aplicada ao conjunto:

$$\sqrt{\frac{2^2 + 1^2 + 0^2 + 1^2 + 2^2}{5}}$$

4) Cálculo da MÉDIA GEOMÉTRICA (Mg).

A **Média Geométrica** é também uma das três médias clássicas de Pitágoras, junta com a mencionada **Média Aritmética** e a **Média Harmônica**.

$$M_G = \sqrt[n]{x_1 \times x_2 \times x_3 \times \dots \times x_n}$$

Mg: Média Geométrica.

n: quantidade de elementos.

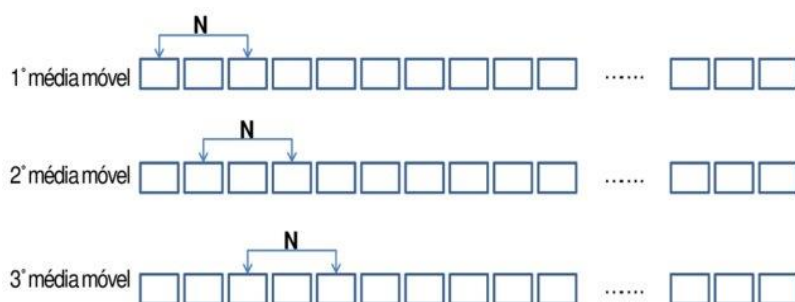
Considere os números 40, 31, 3, 8, 10 e 50. Calcule a Média Geométrica para esses números.

$$M_G = \sqrt[6]{40 \times 31 \times 3 \times 8 \times 10 \times 50} = \sqrt[6]{14.880.000} \approx 15,7$$

Veja que multiplicamos todos os números acima e tiramos a **raiz sexta do resultado**. O índice da raiz é o número de termos que multiplicamos, que neste caso foi 6.

5) Cálculo da MÉDIA MÓVEL SIMPLES (MMS).

Como o próprio nome indica, **MÉDIA MÓVEL** é uma média que se move. Os **dados antigos são retirados**, na medida em que os dados mais recentes se tornam disponíveis. Isto faz com que a média se mova ao longo do tempo.



Representação esquemática de uma MMS

$$\text{MMS} = \frac{V1 + V2 + \dots + Vn}{n}$$

MMS = Média Móvel Simples.

V1 = valor de fechamento do primeiro período.

V2 = valor de fechamento do segundo período.

N = período analisado.

A **MMS** de 7 valores: 11,12,13,14,15,16,17

Primeiro 3 valores: $(11 + 12 + 13) / 3 = 12$

Segundo 3 valores : $(12 + 13 + 14) / 3 = 13$

Terceiro 3 valores: $(13 + 14 + 15) / 3 = 14$

APÊNDICE F - 3 – Nota de cálculo III – Gráfico ou Carta de Controle

CÁLCULO DOS DADOS

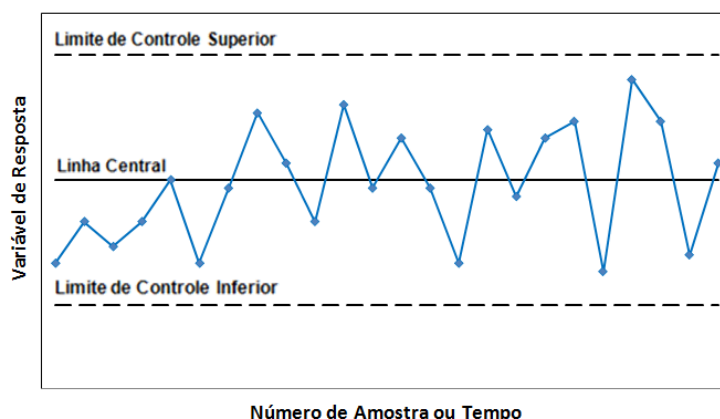
As equações e fórmulas apresentadas serão aplicadas aos valores: Mínimos, Máximos, Médias, coletadas, bem como aos gráficos exibidos pelo aplicativo **Google Science Journal** e/ou **Arduino Science Journal**.

GRÁFICO OU CARTA DE CONTROLE

CARTA DE CONTROLE é um tipo de gráfico utilizado para o acompanhamento de um processo.

Este gráfico determina estatisticamente uma faixa denominada limites de controle que é limitada pela **linha superior** (limite superior de controle) e uma **linha inferior** (limite inferior de controle), além de uma **linha média**. Sua aplicação e estudo se justificam devido à semelhança ou a similaridade existente com os gráficos apresentados no APP **Google Science Journal** e **Arduino Science Journal**.

O objetivo é verificar, por meio do gráfico, se o processo está controlado, isto é, isento de causas especiais.



Onde:

- **Linha Central:** representa o valor médio do característico de qualidade exigido pela fábrica.
- **Linha Superior:** representa o limite superior de controle (**LSC**).
- **Linha Inferior:** representa o limite inferior de controle (**LIC**).

Para a construção do gráfico é preciso conhecer a **média das proporções**, o **número médio** e os **valores de LSC e LIC**.

	A	B	C	D	E	F	G
1		1	2	3	4	5	6
2	n	100	100	100	100	100	100
3	d	5	2	7	3	6	2
4	p	0,05	0,02	0,07	0,03	0,06	0,02

Para o **cálculo da média das proporções**, devemos utilizar a seguinte fórmula:

$$P = (1 / m) * \Sigma p_i$$

P = média das proporções;

M = número de amostras (no exemplo, m=6);

Σp_i = somatória das proporções.

Assim sendo,

$$P = 1/6 * (B4 + C4 + D4 + E4 + F4 + G4)$$

$$P = 0,04167$$

Para **calcular o número médio**, usamos a fórmula:

$$NP = P * n$$

onde,

NP = número médio;

n = tamanho da amostra (no exemplo, n = 100)

Pelo nosso exemplo:

$$NP = 0,04167 * 100$$

$$NP = 4,167$$

Para **calcular LSC** usamos a fórmula abaixo, lembrando que:

$$LSC = NP + \left[3 \sqrt{NP (1 - P)} \right]$$

LSC = Limite Superior de Controle.

NP = Número médio.

P = Médias das proporções.

Pelo exemplo, temos:

$$LSC = 4,167 + \left[3 \sqrt{4,167 (1 - 0,04167)} \right]$$

$$LSC = 10,1615$$

Para o **cálculo do LIC** usaremos a fórmula:

$$LIC = NP - \left[3 \sqrt{NP (1 - P)} \right]$$

LIC = Limite Inferior de Controle

Usando os dados do exemplo:

$$LIC = 4,167 - \left[3 \sqrt{4,167 (1 - 0,04167)} \right]$$

$$LIC = -1,8281$$

APÊNDICE F - 4 – Nota de cálculo IV – Formulações na Acústica

CÁLCULO DOS DADOS

As equações e fórmulas apresentadas serão aplicadas aos valores: Mínimos, Máximos, Médias, coletadas, bem como aos gráficos exibidos pelo aplicativo **Google Science Journal** e/ou **Arduino Science Journal**.

FORMULAÇÕES NA ACÚSTICA

As formulações abaixo apresentadas representam a quase totalidade das equações utilizadas em **Ondulatória** e **Acústica**, entretanto há também referência ao conteúdo de **Oscilações**, **MCU** (Movimento Circular Uniforme), **MCUV** (Movimento Circular Uniformemente Variado) e **MHS** (Movimento Harmônico Simples).

1) Cálculo da EQUAÇÃO FUNDAMENTAL DA ONDA.

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}, \quad \text{mas } \Delta S = \lambda, \text{ assim:}$$

$$\Delta t = T$$

$$v = \frac{\lambda}{T} \quad \text{ou} \quad v = \lambda \cdot f$$

T = período (SI : s) f = frequência (SI : Hz)
 λ = comprimento de onda (SI : m)
 v = velocidade (SI : m/s)

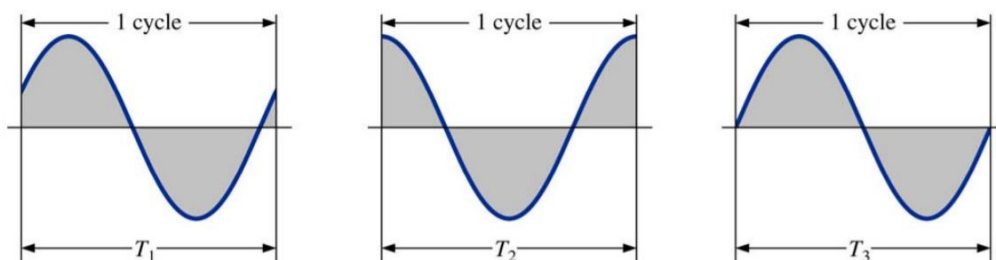
2) Cálculo da FREQUÊNCIA E DO PERÍDO.

Período T: é o menor intervalo de tempo para um fenômeno periódico se repetir. Unidades: **segundo** (s), **minuto** (min), **hora** (h), etc.

Frequência f: é o número de vezes que o fenômeno se repete na unidade de tempo. Unidades: **Hertz** (ciclos/s), **rpm** (rotações /min).

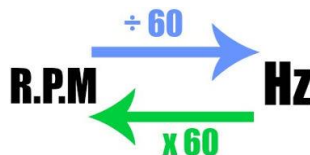
$$f = \frac{1}{T} \quad T = \frac{1}{f}$$

Ciclo: parte de uma forma de onda contida em um intervalo de tempo igual a um período.



3) Cálculo da TRANSFORMAÇÃO DE HERTZ PARA RPM.

A transformação entre as unidades **Hz** e **r.p.m** é feita pela multiplicação ou divisão dos valores por 60, pois 1 minuto corresponde a 60 s.



Um objeto que executa um movimento circular a 30 r.p.m, por exemplo, completa 30 rotações por minuto.

4) Cálculo da LEI DE TAYLOR.

A Lei de Taylor (ou equação de Taylor) explica matematicamente a relação entre a **força** aplicada em uma corda, a **densidade linear** de massa da corda e a **velocidade** adquirida pela corda em uma determinada oscilação. A expressão é a seguinte:

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad \text{ou} \quad v = \sqrt{\frac{F}{\rho}} \quad \text{ou} \quad v = \sqrt{\frac{F}{\delta}}$$

V ou **v**: é a velocidade da onda.

T ou **F**: é intensidade da força (tração) na corda.

μ (letra grega Mi), **ρ** (letra grega Ró) ou **δ** (letra grega Delta) dependendo do livro e do autor: é a razão entre a massa (**m**) e o comprimento (**l**) na corda (densidade linear de massa da corda).

$$\rho = \frac{m}{L}$$

Tipo: Elástico de Látex N° 18 NR.

Densidade Linear: de elástico de borracha 0,91 a 0,93 g/cm³.

Diâmetro: 8 cm.

Espessura: 2 mm.

APÊNDICE G - 1 – Linguagem R: importação e tratamento dos dados.

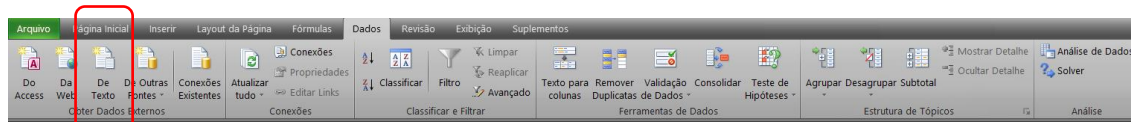
O presente guia é parte integrante da Dissertação de Mestrado, contendo os *scripts* utilizados para a análise dos dados coletados na pesquisa.

São considerados dados, toda e qualquer nota em formato decimal de **0 (zero)** a **10 (dez)**. Os mesmos foram extraídos dos **Questionários Formativos (Q-For)** disponibilizados no formato *on-line* na plataforma Google Sala de Aula (*Google Classroom*) utilizada durante os encontros.

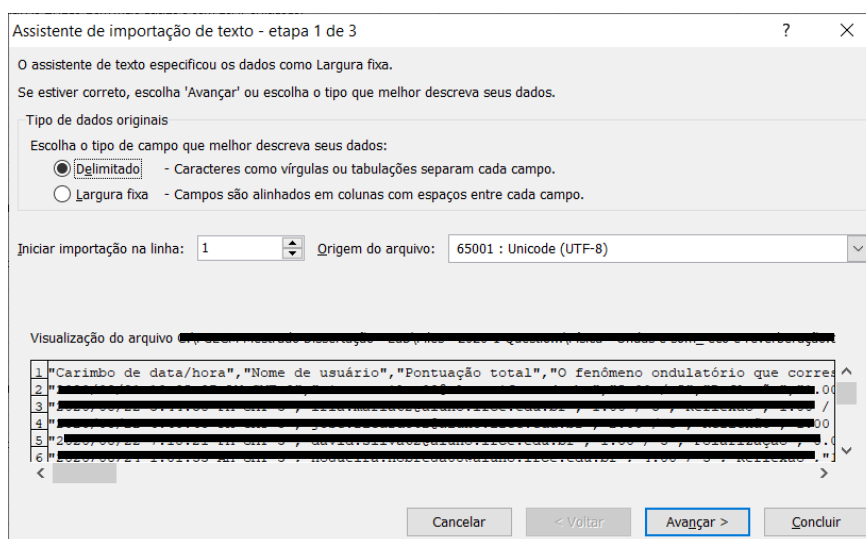
Assinala-se que os arquivos extraídos possuem o formato **.csv**, sendo possível sua formatação em planilhas eletrônicas.

Para execução dos respectivos testes utilizou-se a planilha eletrônica *MS-Excel* do pacote *MS-Office*. Sendo aplicadas funções disponíveis no próprio aplicativo.

Os dados foram importados individualmente dos arquivos em **.csv** e tratados dentro da planilha utilizando a opção do Menu: **Dado → Obter dados externos (De texto)**. Nas imagens apresenta-se o processo de importação dos dados.



Na primeira tela é necessário deixar selecionada a opção: **Delimitado**. É importante observar que os dados originais são apresentados na parte inferior da tela, separados por vírgulas ‘,’.



Assistente de importação de texto - etapa 2 de 3

Esta tela permite que você defina os delimitadores contidos em seus dados. Você pode ver como seu texto é afetado na visualização abaixo.

Delimitadores

☒ Tabulação
☐ Ponto e vírgula
☒ Virgula
☐ Espaço
☐ Outros:

☐ Considerar delimitadores consecutivos como um só

Qualificador de texto:

Visualização dos dados

Carimbo de data/hora	Nome de usuário	Pontuação total	O fenômeno or
20/09/2017 12:00:00	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1000 / 1000	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
20/09/2017 12:00:00	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1000 / 1000	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
20/09/2017 12:00:00	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1000 / 1000	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
20/09/2017 12:00:00	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1000 / 1000	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
20/09/2017 12:00:00	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1000 / 1000	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
20/09/2017 12:00:00	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1000 / 1000	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
20/09/2017 12:00:00	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1000 / 1000	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
20/09/2017 12:00:00	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1000 / 1000	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
20/09/2017 12:00:00	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1000 / 1000	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
20/09/2017 12:00:00	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1000 / 1000	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Cancelar < Voltar Avançar > Concluir

Assistente de importação de texto - etapa 3 de 3

Esta tela permite que você selecione cada coluna e defina o formato dos dados.

Formato dos dados da coluna

☒ Geral
☐ Texto
☐ Data: DMA
☐ Não importar coluna (ignorar)

'Geral' converte valores numéricos em números, valores de data em datas e todos os valores restantes em texto.

Avançado...

Visualização dos dados

Geral	Geral	Geral	Geral
Carimbo de data/hora	Nome de usuário	Pontuação total	O fenômeno or
20/09/2017 12:00:00	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1000 / 1000	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
20/09/2017 12:00:00	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1000 / 1000	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
20/09/2017 12:00:00	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1000 / 1000	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
20/09/2017 12:00:00	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1000 / 1000	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
20/09/2017 12:00:00	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1000 / 1000	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
20/09/2017 12:00:00	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1000 / 1000	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
20/09/2017 12:00:00	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1000 / 1000	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
20/09/2017 12:00:00	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1000 / 1000	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
20/09/2017 12:00:00	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1000 / 1000	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
20/09/2017 12:00:00	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	1000 / 1000	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Cancelar < Voltar Avançar > Concluir

Posteriormente para a análise na **Linguagem R**, os dados foram organizados em somente uma coluna, i.e., formou-se uma listagem de notas. Tal procedimento é requerido pela Linguagem R, pois os testes utilizados inicialmente requerem um modelo de ordenação tipo **Vetor de valores**.

Seguiu-se a criação de um arquivo em formato de planilha **.xlsx**, para ser importado pelo ambiente R. Abaixo são apresentados o testes de verificação para normalização dos dados:

- Teste Shapiro-Wilk (SW).
- Teste Anderson-Darling (AD).
- Teste Lilliefors (LIL).
- Teste Jarque-Bera (JB).
- Teste Shapiro-Francia (JF).
- Teste Cramer-von Mises (CM).

Observação: os nomes dos arquivos foram grifados por questões de segurança e preservação dos dados.

Script para importação dos dados

```
# Importando dados planilha no formato (.xlsx) do Excel
# Instalando pacotes para leituras dos dados em uma planilha
install.packages("openxlsx")
install.packages("readxl")

# Inicializando os pacotes
library(openxlsx)
library(readxl)

# Verificando pasta de trabalho. Local onde deve ser armazenada a planilha de dados
getwd()

# Importação de dados
Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_1_1_r <-
read_excel("Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_1_1_r.xlsx")

Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_1_2_r <-
read_excel("Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_1_2_r.xlsx")

# Visualizar vetor de notas
View(Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_1_1_r)
View(Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_1_2_r)

> Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_1_1_r <- read_excel("Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_1_1_r.xlsx")
> View(Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_1_1_r)
> 
> Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_1_2_r <- read_excel("Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_1_2_r.xlsx")
> View(Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_1_2_r)
> |
```

APÊNDICE G - 2 – Linguagem R: Anderson-Darling (AD).

Script Teste Anderson-Darling (AD)

```
# Instalando pacote para teste não normatizado
install.packages("nortest")
```

```
# Executando biblioteca 'nortest'
library(nortest)
```

```
# Executando Teste Anderson-Darling
```

```
ad.test(Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_1_r$Qformativos)
```

```
ad.test(Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_2_r$Qformativos)
```

```
> ad.test(Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_1_r$Qformativos)

Anderson-Darling normality test

data:  Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_1_r$Qformativos
A = 3.4298, p-value = 1.261e-08

> ad.test(Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_2_r$Qformativos)

Anderson-Darling normality test

data:  Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_2_r$Qformativos
A = 8.8097, p-value < 2.2e-16

> |
```

```
# Formatação do número p-value de notação científica para notação decimal
```

```
# format(número p-value, scientific = FALSE)
```

```
format(1.261e-08, scientific = FALSE)
```

```
format(2.2e-16, scientific = FALSE)
```

APÊNDICE G - 3 – Linguagem R: Teste Lilliefors (LIL).

Script Teste Lilliefors (LIL).

```
# Instalando pacote para teste não normatizado
install.packages("nortest")
```

```
# Executando biblioteca 'nortest'
library(nortest)
```

```
# Executando Teste Lilliefors
```

```
lillie.test(Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_1_r$Qformativos)
```

```
lillie.test(Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_2_r$Qformativos)
```

```
> lillie.test(Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_1_r$Qformativos)

      Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test

data:  Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_1_r$Qformativos
D = 0.15155, p-value = 2.914e-07

> lillie.test(Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_2_r$Qformativos)

      Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test

data:  Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_2_r$Qformativos
D = 0.15841, p-value < 2.2e-16

> |
```

```
# Formatação do número p-value de notação científica para notação decimal
```

```
# format(número p-value, scientific = FALSE)
```

```
format(2.914e-07, scientific = FALSE)
```

```
format(2.2e-16, scientific = FALSE)
```

APÊNDICE G - 4 – Linguagem R: Teste ShapiroFrancia (JF).

Script Teste ShapiroFrancia (JF).

```
# Instalando pacote para teste não normatizado
install.packages("nortest")
```

```
# Executando biblioteca 'nortest'
library(nortest)
```

```
# Executando Teste ShapiroFrancia
```

```
sf.test(Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_[REDACTED]_1_r$Qformativos)
```

```
sf.test(Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_[REDACTED]_2_r$Qformativos)
```

```
> sf.test(Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_[REDACTED]_1_r$Qformativos)

      Shapiro-Francia normality test

data:  Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_[REDACTED]_1_r$Qformativos
w = 0.91274, p-value = 3.758e-06

> sf.test(Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_[REDACTED]_2_r$Qformativos)

      Shapiro-Francia normality test

data:  Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_[REDACTED]_2_r$Qformativos
w = 0.91016, p-value = 9.436e-12

> |
```

```
# Formatação do número p-value de notação científica para notação decimal
```

```
# format(número p-value, scientific = FALSE)
```

```
format(3.758e-06, scientific = FALSE)
```

```
format(9.436e-12, scientific = FALSE)
```

APÊNDICE G - 5 – Linguagem R: Teste Cramer-von Mises (CM).

Script Teste Cramer-von Mises (CM).

```
# Instalando pacote para teste não normalizado
install.packages("nortest")
```

```
# Executando biblioteca 'nortest'
library(nortest)
```

```
# Executando Teste Cramer-von Mises
```

```
cvm.test(Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_██████████_1_r$Qformativos)
cvm.test(Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_██████████_2_r$Qformativos)
```

```
> cvm.test(Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_██████████_1_r$Qformativos)

      Cramer-von Mises normality test

data:  Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_██████████_1_r$Qformativos
W = 0.50162, p-value = 2.547e-06

> cvm.test(Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_██████████_2_r$Qformativos)

      Cramer-von Mises normality test

data:  Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_██████████_2_r$Qformativos
W = 1.3222, p-value = 7.37e-10

Warning message:
In cvm.test(Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_██████████_2_r$Qformativos) :
  p-value is very close to 0
> |
```

```
# Formatação do número p-value de notação científica para notação decimal
```

```
# format(número p-value, scientific = FALSE)
```

```
format(2.547e-06, scientific = FALSE)
```

```
format(7.37e-10, scientific = FALSE)
```

APÊNDICE G - 6 – Linguagem R: Teste Shapiro-Wilk (SW).

Script Teste Shapiro-Wilk (SW)

Executando Teste Shapiro-Wilk

shapiro.test(Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_F[]_1_r\$Qformativos)

shapiro.test(Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_F[]_2_r\$Qformativos)

```
> shapiro.test(Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_F[ ]_1_r$Qformativos)

      Shapiro-Wilk normality test

data:  Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_F[ ]_1_r$Qformativos
W = 0.90601, p-value = 3.358e-07

> shapiro.test(Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_F[ ]_2_r$Qformativos)

      Shapiro-Wilk normality test

data:  Fidedignidade_Questionario_Formativa_turma_F[ ]_2_r$Qformativos
W = 0.90718, p-value = 1.408e-13

> |
```

Formatação do número p-value de notação científica para notação decimal

format(número p-value, scientific = FALSE)

format(3.358e-07, scientific = FALSE)

format(1.408e-13, scientific = FALSE)

Assinala-se que o teste **shapiro.test()**, pertence a uma biblioteca nativa do próprio ambiente, não sendo necessária a importação de outras bibliotecas, diferentemente dos demais testes, onde os mesmos necessitam da instalação e inicialização das suas funções.

APÊNDICE G - 7 – Linguagem R: formatando dos dados no script R.

Teste de verificação e análise de Correlação amostral. Neste os dados foram digitados dentro do próprio *script*, não sendo utilizado nenhum processo de importação.

Criaram-se duas **variáveis de ambiente** para o recebimento dos dados. Os mesmos foram organizados com separação por (,) vírgula, e a vírgula utilizada como separados decimal foi trocada por um (.) seguindo o modelo americano, como no exemplo:

```
tabela_1 = c(10,      8.5714285714285,   8.5714285714285,   8.5714285714285,
[...]  

NA, NA, NA, NA, NA, NA, NA, NA, NA, NA)
```

```
tabela_2 = c(4.2857142857142,   8.5714285714285,   8.5714285714285,
[...]  

1.4285714285714,  8.5714285714285,   7.1428571428571)
```

A abreviatura **NA** significa **Não Atribuído** ou ausência de valor, em alguns casos pode-se inserir o termo **NULL**, indica-se com isso que o valor expresso não possível informação. Importa assinalar que o 0 (zero) é um valor matemático. Seu uso no *script* corresponde aos dados necessários para que a quantidade de itens de duas ou mais variáveis de ambiente sejam iguais, i. e., caso uma variável qualquer possua 20 itens e uma outra possua somente 15, é necessário o completo de 5 NAs nesta última.

Nos scripts apresentados não serão apresentados os dados, somente a primeira e a última linha das notas. Nesta fase foram utilizados os seguintes testes:

- Correlação de Spearman.
- Correlação de Kendall.

APÊNDICE G - 8 – Linguagem R: Teste Correlação de Spearman.

Script Teste Correlação de Spearman

```
# Instalando pacotes para teste não normalizado (Correlação de Spearman)
# Importação de dados
tabela_1 = c(10,      8.5714285714285,   8.5714285714285,   8.5714285714285,
  [...],
  NA, NA, NA, NA, NA, NA, NA, NA, NA, NA)

tabela_2 = c(4.2857142857142,   8.5714285714285,   8.5714285714285,
  [...],
  1.4285714285714,   8.5714285714285,   7.1428571428571)

# Sumário dos dados
summary(tabela_1)
summary(tabela_2)
```

```
> summary(tabela_1)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.    NA's
0.000  4.000  7.500  6.564  9.173 10.000    217

> summary(tabela_2)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
0.000  5.000  7.500  6.691  8.571 10.000

> |
```

```
# Executando Correlação de Spearman
cor.test(tabela_1, tabela_2, method = "spearman")
```

```
> # Executando Correlação de Spearman
> cor.test(tabela_1, tabela_2, method = "spearman")

Spearman's rank correlation rho

data:  tabela_1 and tabela_2
S = 226706, p-value = 0.005319
alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
sample estimates:
      rho
0.25086

Warning message:
data:  tabela_1 and tabela_2
S = 226706, p-value = 0.005319

> |
```

APÊNDICE G - 9 – Linguagem R: Teste Correlação de Kendall.

Script Teste Correlação de Kendall

```
# Instalando pacotes para teste não normalizado (Correlação de Kendall)
# Importação de dados
tabela_1 = c(10,      8.5714285714285,   8.5714285714285,   8.5714285714285,
  [...]\n      NA, NA, NA, NA, NA, NA, NA, NA, NA, NA)

tabela_2 = c(4.2857142857142,   8.5714285714285,   8.5714285714285,
  [...]\n      1.4285714285714,   8.5714285714285,   7.1428571428571)

# Sumário dos dados
summary(tabela_1)
summary(tabela_2)
```

```
> summary(tabela_1)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.    NA's
0.000  4.000   7.500   6.564  9.173  10.000    217

> summary(tabela_2)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
0.000  5.000   7.500   6.691  8.571  10.000

> |
```

```
# Executando Correlação de Kendall
cor.test(tabela_1, tabela_2, method = "kendall")
```

```
> # Executando Correlação de Spearman
> cor.test(tabela_1, tabela_2, method = "kendall")

      Kendall's rank correlation tau

data:  tabela_1 and tabela_2
z = 2.7188, p-value = 0.006552
alternative hypothesis: true tau is not equal to 0
sample estimates:
      tau
0.1825823

> |
```

APÊNDICE G - 10 – Linguagem R: Teste de Mann-Whitney.

Teste de verificação do nível de significância dos dados. No último teste no ambiente R analisou-se a relação entre as duas amostras, i.e., se as mesas possuíam alguma relação de dependência.

Script Teste de Mann-Whitney

```
# Instalando pacotes para teste não normalizado (Teste de Mann-Whitney)
install.packages("dplyr")
install.packages("rstatix")

# Executando biblioteca Teste de Mann-Whitney
library(dplyr)
library(rstatix)

# Importação de dados
tabela_1 = c(10,      8.5714285714285,    8.5714285714285,    8.5714285714285,
  [...],
  NA, NA, NA, NA, NA, NA, NA, NA, NA, NA)

tabela_2 = c(4.2857142857142,    8.5714285714285,    8.5714285714285,
  [...],
  1.4285714285714,    8.5714285714285,    7.1428571428571)

# Sumário dos dados
summary(tabela_1)
summary(tabela_2)
```

```
> summary(tabela_1)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.   NA's
0.000  4.000   7.500   6.564  9.173  10.000   217
> summary(tabela_2)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
0.000  5.000   7.500   6.691  8.571  10.000
> |
```

```
# Executando Teste de Mann-Whitney
wilcox.test(tabela_1, tabela_2, exact = FALSE, correct = FALSE, conf.int = TRUE,
paired = TRUE)
```

```
      wilcoxon signed rank test

data:  tabela_1 and tabela_2
V = 1749.5, p-value = 0.03371
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -1.714245e+00 -4.752295e-05
sample estimates:
(pseudo)median
 -0.8461289
> |
```

```
wilcox.test(tabela_1, tabela_2, exact = F, correct = F, mu = 0, alt = 'two.sided', paired = T, conf.int = T, conf.level = 0.99)
```

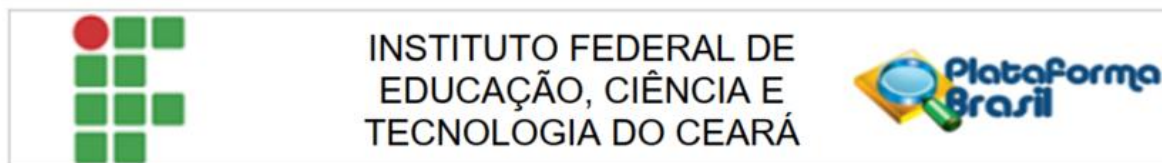
```
      wilcoxon signed rank test

data:  tabela_1 and tabela_2
v = 1749.5, p-value = 0.03371
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
99 percent confidence interval:
 -2.000035e+00  7.402815e-05
sample estimates:
(pseudo)median
 -0.8461289

> |
```

Através dos seguintes testes pode-se analisar uma variedade de dados não pareados ou que não descrevem uma **Distribuição Normal**.

ANEXO A – Parecer Consubstanciado do CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM COMO ESTRATÉGIA PARA O ENSINO DE ACÚSTICA COM SUPORTE DA TEORIA DA APRENDIZAGEM

Pesquisador: ANTONIO DE LISBOA COUTINHO JUNIOR

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 42562720.0.0000.5589

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO CEARA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.613.535

Apresentação do Projeto:

O projeto "METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM COMO ESTRATÉGIA PARA O ENSINO DE ACÚSTICA COM SUPORTE DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICAT" propõe um combinado de ferramentas didáticas para melhorar o aprendizado de física.

Os objetivos estão bem definidos e totalmente aplicáveis dentro do que foi apresentado nessa pesquisa.

Objetivo da Pesquisa:

Investigar através da abordagem Aprendizagem Baseada em Projetos (ABProj) o ensino dos conceitos de Acústica, com aporte teórico da Aprendizagem Significativa. Proporcionado aos alunos, professores e pesquisadores, um combinado de ferramentas didáticas integradas a uma plataforma mobile para aquisição, armazenamento e compartilhamento dos dados coletados em aparatos de Física experimental, facilitando a condução do aprendizado de conceitos curriculares que também englobam Ondulatória, Oscilações e Vibrações.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os pesquisadores citam como risco o constrangido que o participante pode sentir no experimento e como forma de minimizar ele cita que o participante que se sentir constrangido na apresentação em público poderão apresentar individualmente. E como benefícios os pesquisadores citam: Os participantes terão a oportunidade de participar de situações didáticas possibilitando

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

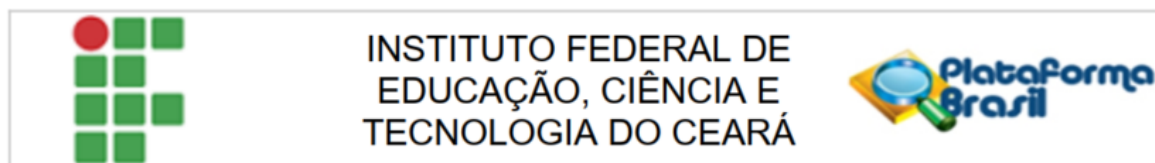
UF: CE

Telefone: (85)3401-2332

Município: FORTALEZA

CEP: 60.410-426

E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 4.613.535

aos discentes desenvolver uma concepção epistemológica através de estudos de definições, teoremas e propriedades da Física inerentes à Acústica. Assim, os alunos terão contato com uma metodologia diferenciada em experimentações físicas, com abordagem vinculada a Metodologias Ativas (Aprendizagem Baseada em Projetos), compreendendo ainda a utilização de aplicativos para o aprendizado em Acústica e Ondulatória, bem como uma Sequência Didática para o ensino de Física.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa possui aplicabilidade prática. O referencial teórico apresenta termos técnicos adequados; a metodologia do estudo permite compreender bem o processo, descrevendo bem as etapas a serem executadas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram apresentados. Os Termos de Consentimento Livre e Estabelecido (TCLE) apresenta o objetivo do estudo, explicita bem os benefícios, liberdade de participação e desistência, garantia de sigilo, recebimento de uma via do TCLE, relata os riscos da pesquisa, acompanhamento e assistências a serem realizados em caso de emergências e formas de ressarcimento ao participante.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

É importante ressaltar que, caso alguma Instituição Coparticipante possua Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), o projeto, também, deverá ser avaliado no CEP da Instituição Coparticipante, após a aprovação no CEP da Instituição Proponente, devendo o pesquisador aguardar, também, a aprovação na Instituição Coparticipante antes de iniciar sua pesquisa. Logo, recomenda-se/solicita-se que o pesquisador efetue essa verificação.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1672559.pdf	17/03/2021 15:14:45		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	COMITEprojetomestrado.pdf	17/03/2021 15:13:40	ANTONIO DE LISBOA COUTINHO JUNIOR	Aceito

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

CEP: 60.410-426

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ**



Continuação do Parecer: 4.613.535

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	COMITEtermodeconsentimentolivreeesc larecido.pdf	17/03/2021 15:13:07	ANTONIO DE LISBOA COUTINHO JUNIOR	Aceito
Cronograma	COMITEprevisaocronograma.pdf	17/03/2021 15:12:48	ANTONIO DE LISBOA COUTINHO JUNIOR	Aceito
Declaração de Pesquisadores	COMITEdeclaracaodegarantiaderegress odosbeneficiosdapesquisa.pdf	22/01/2021 16:37:13	ANTONIO DE LISBOA COUTINHO JUNIOR	Aceito
Declaração de Pesquisadores	COMITEdeclaracaodecompromissodeap resentacaodosresultados.pdf	22/01/2021 16:36:49	ANTONIO DE LISBOA COUTINHO JUNIOR	Aceito
Orçamento	COMITEorcamento.pdf	22/01/2021 16:31:19	ANTONIO DE LISBOA COUTINHO JUNIOR	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	COMITEinfraestrutura.pdf	22/01/2021 16:30:56	ANTONIO DE LISBOA COUTINHO JUNIOR	Aceito
Folha de Rosto	COMITEfolhaDeRosto.pdf	22/01/2021 16:27:14	ANTONIO DE LISBOA COUTINHO JUNIOR	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FORTALEZA, 26 de Março de 2021

Assinado por:
Jefté Ferreira da Silva
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

CEP: 60.410-426

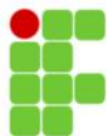
UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br

ANEXO B – Programa de Unidade Didática – PUD



INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ-IFCE
CAMPUS FORTALEZA
DEPARTAMENTO DA INDÚSTRIA
CURSO TÉCNICO INTEGRADO EM ELETROTÉCNICA

PROGRAMA DE UNIDADE DIDÁTICA – PUD

DISCIPLINA: FÍSICA VI
Código: CCN016
Carga Horária: 80h
Número de Créditos: 4.0
Código pré-requisito:
Semestre: 8
Nível: TÉCNICO
EMENTA
Introdução à Óptica Geométrica; Espelhos Planos; Espelhos Esféricos Gaussianos; Refração Luminosa. Lentes esféricas. Instrumentos Ópticos. Movimentos periódicos. Movimento Harmônico Simples. Generalidades sobre ondas. Ondas mecânicas e eletromagnéticas. Ondas sonoras. Movimentos periódicos. Movimento Harmônico Simples. Generalidades sobre ondas. Ondas mecânicas e eletromagnéticas. Ondas sonoras. Introdução à Física Moderna.
OBJETIVO (S)
• Conhecer e utilizar conceitos físicos sobre óptica geométrica; • Conhecer e utilizar conceitos físicos sobre ondulatória; • Conhecer e utilizar conceitos físicos sobre Física moderna; • Relacionar, quantificar e identificar grandezas físicas relacionadas no movimento ondulatório; • Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas para expressão do saber físico; • Expressar corretamente a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica; • Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento aprendido, através de tal linguagem; • Construir e identificar situação-problema, identificando a situação física, utilizando modelos físicos; • Articular o conhecimento físico com conhecimento de outras áreas do saber científico e tecnológico; • Aplicar conceitos trabalhados em sala de aula a situações cotidianas próximas da realidade tecnológica e científica.

PROGRAMA

Unidade I: Óptica Geométrica

Introdução. Meios transparentes, translúcidos e opacos. Fenômenos ópticos. A cor dos objetos por reflexão. Princípio da reflexão retilínea da luz. Eclipses. Princípio da reversibilidade dos raios de Luz. Princípio da independência dos raios de luz.

Unidade II: Reflexão da Luz. Espelhos planos

Leis da reflexão. Formação de imagens num espelho plano. Campo visual de um espelho plano. Translação e rotação de um espelho plano. Formação de imagens entre dois espelhos planos.

Unidade III: Espelhos esféricos

Elementos de um espelho esférico. Definições. Espelho esférico de Gauss. Focos de um espelho de Gauss. Propriedades dos espelhos esféricos de Gauss. Construção de imagens num espelho esférico. Estudo analítico dos espelhos esféricos.

Unidade IV: Refração da Luz.

Refração. Definições. Refrigência. Índice de refração. Leis da refração. Ângulo Limite. Dioptra plano. Lâmina de faces paralelas. Prisma. Prisma de reflexão total. Dispersão Luminosa. Refração da Luz na atmosfera. Miragens.

Unidade V: Lentes Esféricas delgadas.

Introdução. Elementos de uma lente esférica delgada. Lentes convergentes e divergentes. Focos de uma lente delgada. Propriedades das lentes delgadas. Construção de imagens de uma lente delgada. Estudo analítico das lentes.

Unidade VI: Instrumentos ópticos.

Associação de lentes. Instrumentos de projeção. Instrumentos de observação. O olho humano. Defeitos da visão.

Unidade VII: Movimento Harmônico Simples (MHS).

Movimentos periódicos. Movimento Harmônico Simples. Energia no MHS. Relação do MHS com o Movimento Circular e Uniforme. Cinemática do MHS. Fase inicial das funções horárias do MHS. O pêndulo simples.

Unidade VIII: Ondas Mecânicas.

Conceitos fundamentais. Natureza das ondas. Tipos de Ondas numa corda. Relação de Mayer. Reflexão e refração de pulsos. Ondas periódicas. Função de onda unidimensional. Concordância e oposição de fase. Frente de onda. Princípio de Huygens. Reflexão e refração de ondas periódicas. Difração de ondas. Polarização de ondas.

Unidade IX: Ondas sonoras.

Ondas sonoras. A velocidade do som. Qualidades fisiológicas do som. Propriedades do som. Cordas vibrantes. Ressonância. Colunas de ar vibrante. Tubos sonoros. Efeito Doppler. Ressonância A barreira do som.

Unidade X: Física Moderna.

Origem da Teoria da Relatividade. Os postulados de Einstein. A relatividade do tempo. A relatividade do comprimento. Massa e quantidade de movimento. Massa e energia. Matéria e radiação. A equação $E = mc^2$. Energia de ligação. Unidades de massa e energia. Campos elétricos e magnéticos. Polêmica da massa. Teoria da Relatividade Geral. A radiação do corpo negro. O fóton. O efeito fotoelétrico. Dualidade onda-partícula. O átomo de Bohr. A Mecânica Quântica.

METODOLOGIA DE ENSINO	
• Aulas expositivas sobre os temas; Produção de notas de aulas com exercícios aplicativos; • Atividades desenvolvidas em laboratório.	
AVALIAÇÃO	
Avaliação do conteúdo teórico, das atividades desenvolvidas em sala de aula e em laboratório.	
BIBLIOGRAFIA BÁSICA	
• HALLIDAY, D.; RESNICK, R. Fundamentos de Física. 4 ed. Rio de Janeiro: Editora Livros Técnicos e Científicos, s/d. V. 1,2,3 e 4. • RAMALHO JUNIOR, Nicolau; TOLEDO, Francisco; Ferraro Gilberto; SOARES, Paulo Antonio. Os fundamentos da física. 9 ed. São Paulo, Editora Moderna, 2005. V2 e v3 • SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, Caio Sérgio. Universo da física. 2 ed. São Paulo, Editora Atual, 2005. V2 e v3	
Coordenador do Curso _____	Coordenadoria Técnico-Pedagógica _____