



SALA DE AULA INVERTIDA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DE ONDULATÓRIA

LEANDRO ARRILTON DE MEDEIROS

Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Dantas
Sesion Junior – UFRN

NATAL
2019

Leandro Arrilton de Medeiros

**SALA DE AULA INVERTIDA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA
NO ENSINO DE ONDULATÓRIA**

Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Dantas
Sesion Junior – UFRN

NATAL

2019

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Central Zila Mamede

Medeiros, Leandro Arrilton de.

Sala de aula invertida: uma proposta de sequência didática no ensino de ondulatória / Leandro Arrilton de Medeiros. - 2019.
105 f.: il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Escola de Ciência e Tecnologia, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Natal, RN, 2019.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Dantas Sesion Junior.

1. Ondas (Física) - Dissertação. 2. Sala de aula invertida - Dissertação. 3. Ensino híbrido - Dissertação. I. Sesion Junior, Paulo Dantas. II. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 53

Leandro Arrilton de Medeiros

**SALA DE AULA INVERTIDA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA
NO ENSINO DE ONDULATÓRIA**

Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

APROVADO EM 26/06/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Dantas Sesion Junior – UFRN
Presidente

Prof.Dr. Thatyara Freire de Souza – UFRSA
Examinadora Externa

Prof. Dr. Paulo Henrique Sousa de Oliveira– UFRN
Examinador Interno

“Nenhum cientista pensa com fórmulas.”

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que com sua infinita misericórdia me deu força e sabedoria para que chegasse até aqui.

Aos meus pais, Antonio Arrilton e Leni Maria que contribuíram de diversas formas nessa trajetória.

A minha esposa, Aline, que sempre esteve ao meu lado me dando força e motivação nessa caminhada.

Agradeço ao professor e orientador prof. Dr. Paulo Dantas Sesion Junior, que durante a trajetória do curso me aconselhou, orientou e acreditou neste trabalho.

Aos amigos e professores Adriano Costa e Rafaella Vidal pelo auxílio e incentivo constante.

A todos os professores do MNPEF que estiveram presentes durante essa caminhada e contribuíram pela minha formação.

Aos meus colegas de turma da turma 2017.1 que nos momentos bons e ruins estiveram presentes ao longo destes dois anos, contribuindo significativamente ao longo desse processo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior - Brasil (CAPES) - Código de financiamento 001.

Por fim, agradeço a todos que direta e indiretamente contribuíram para o sucesso desta caminhada.

A todos, muito obrigado!

RESUMO

SALA DE AULA INVERTIDA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DE ONDULATÓRIA

Leandro Arrilton de Medeiros

Orientador:

Dr. Paulo Dantas Sesion Junior

Ensinar Física tem sido uma tarefa árdua e pensando nessa dificuldade o presente trabalho busca expor o desenvolvimento de metodologias alternativas para resolver este problema. Trata-se de uma pesquisa aplicada no Ensino de Ondas onde foi aplicada a metodologia da sala de aula invertida, que objetiva trabalhar o ensino na perspectiva colaborativa, tornando assim, o aprendizado mais significativo. A elaboração desse projeto teve como base a teoria de Vigotsky com os níveis de desenvolvimento no processo de ensino e aprendizagem e o método *PeerInstruction* com, base na teoria de Eric Mazur. O projeto foi implantado em duas turmas da 2ª Série do Ensino Médio. Na turma A, foi aplicada a metodologia de sala de aula invertida utilizando algumas ferramentas tecnológicas tais como: Videoaulas no *Youtube*, aplicativo do *Plickers*, o *Google forms* e o *Google classroom* – as mesmas foram utilizadas como forma de subsídio para três sequências didáticas utilizadas no ensino de Ondas. Já na turma B, foi aplicada a metodologia tradicional. Esse processo distinto entre as duas turmas teve como objetivo investigar a eficiência da metodologia da sala de aula invertida. Após as aulas, foi observado através do feedback dos alunos e avaliação escrita que a turma A obteve maior desempenho em relação a turma B. O projeto foi válido uma vez que pôde contribuir com uma nova visão do ensino de Ondas.

Palavras-chave: Ondas, sala de aula invertida, método *PeerInstruction*, ensino híbrido e sequência didática.

ABSTRACT

INVERTED CLASSROOM: A PROPOSAL FOR TEACHING SEQUENCE IN ONDULATORY EDUCATION

Leandro Arrilton de Medeiros

Advisor:

Dr. Paulo Dantas Sesion Junior

Teaching physics has been an arduous task and considering this difficulty the present work seeks to expose the development of alternative methodologies to solve this problem. It is a research applied in Wave Teaching where the inverted classroom methodology was applied, which aims to work the teaching in a collaborative perspective, thus making the learning more meaningful. The elaboration of this project was based on Vigotsky's theory with the levels of development in the teaching and learning process and the Peer Instruction method based on Eric Mazur's theory. The project was implemented in second year high school classes.

In class A, the inverted classroom methodology was applied using some technological tools such as: Youtube video lessons, Plickers application, Google forms and Google classroom - they were used as a subsidy for three didactic sequences used in the teaching of waves. In class B, the traditional methodology was applied. This distinct process between the two classes aimed to investigate the efficiency of the inverted classroom methodology. After class, it was observed through the students' feedback and written evaluation that class A had better performance compared to class B. The project was valid since it could contribute with a new vision of Wave teaching.

Keywords: Waves, inverted classroom, Peer Instruction method, hybrid teaching and didactic sequence.

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 - Modelos de ensino híbrido	14
Fig. 2 - <i>Google classroom</i>	21
Fig. 3 – Momento de estudo invertido utilizando o ambiente virtual com a sala Física no Alvo.	22
Fig. 4 – Avaliação em tempo real das atividades em sala de aula usando o aplicativo <i>Plickers</i> por instrução entre pares	23
Fig. 5 – Modelo do cartão resposta usando o aplicativo <i>Plickers</i>	24
Fig. 6 – Interface do <i>GoogleForms</i>	25
Fig. 7 – Canal hospedado no <i>Youtube</i> Física no Alvo	26
Fig. 8 – A) Produção de uma onda transversal em uma corda. B) Produção de uma onda longitudinal em uma mola	29
Fig. 9 – Diferentes amplitudes utilizando o aplicativo Geogebra	31
Fig. 10 – Defasagem de duas ondas com a mesma amplitude	31
Fig. 11 – Reprodução de um pulso na corda utilizando o aplicativo Geogebra	33
Fig. 12 – Raios incidente, refratado e refletido (Adaptada).	35
Fig. 13 – Ondas planas num tanque de onda.	35
Fig. 14 – A) Duas placas polarizador na mesma direção, grande parte da luz passa. B) Duas placas polarizador em direção opostas (perpendiculares), a luz é absorvida.	36
Fig. 15 – Gráfico de acesso à mídia eletrônica digital	38
Fig. 16 – Gráfico de sondagem de acesso à internet	38
Fig. 17 – Gráfico de sondagem de conhecimento prévio acerca modalidade de ensino.	39
Fig. 18 – Fluxograma do método <i>PeerInstruction</i>	41
Fig. 19 – Sequência do método <i>PeerInstruction</i> aplicada em sala de aula	42
Fig. 20 – Momento de discussão do Estudo dirigido	42
Fig. 21 – Interação dos alunos com o telefone de copos	44
Fig. 22 – Pulso na máquina de ondas artificial.	45
Fig. 23 – Pulso na mola para identificar os elementos de uma onda.	45
Fig. 24 - Máquina de onda estacionária em oscilação.....	46
Fig. 25 - A) <i>Laser</i> incidindo obliquamente. B) <i>Laser</i> incidindo perpendicularmente. Princípio da refração a luz do <i>laser</i> em um aquário	47
Fig. 26 – A) A luz passa normalmente. B) Processo de polarização	48
Fig. 27 – Gráfico de sondagem do horário que os estudantes assistiram as videoaulas disponibilizadas no canal Física no Alvo no <i>Youtube</i>	49
Fig. 28 – Gráfico de comparação entre a metodologia ativa e a tradicional	50
Fig. 29 – Gráfico de sondagem acerca dos acessos das videoaulas	50
Fig. 30 – Gráfico de satisfação dos alunos em relação aos vídeos.....	51
Fig. 31 – Gráfico do aparelho que o estudante assistiu as videoaulas.....	52
Fig. 32 – Gráfico do quanto a data limite para a visualização do material	52
Fig. 33 – Gráfico do local que de acesso as videoaulas.	53
Fig. 34 – Gráfico do suporte do professor na sala de aula invertida.	53
Fig. 35 – Gráfico de relação entre alunos.....	54
Fig. 36 – Gráfico da enquete do aplicativo	54
Fig. 37 – Gráfico da enquete da atividade experimental	55
Fig. 38 – Gráfico da análise da avaliação 1 e 2 na turma A	58
Fig. 39 – Gráfico da análise da avaliação 1 e 2 na turma B.	59
Fig. 40 – Gráfico da análise do rendimento e verificação da aprendizagem da turma A e B	60

LISTAS DE QUADRO

Quadro 1 – Modelos sustentados.	16
Quadro 2 – Modelo disruptivo	17
Quadro 3 – Coleta de algumas respostas referente a expectativa da pergunta 4.....	39
Quadro 4 – Coleta de algumas respostas referente a expectativa da pergunta 12.....	55
Quadro 5 – Coleta de algumas respostas referente a expectativa da pergunta 13.....	56
Quadro 6 – Coleta de algumas respostas referente a expectativa da pergunta 14.....	57
Quadro 7 – Coleta de algumas respostas referente a expectativa da pergunta 15.....	57

SUMÁRIO

Capítulo 1 - Introdução.....	10
Capítulo 2 - O ensino de Ondas.....	13
2.1 - O Ensino Híbrido	13
2.2 - As propostas das modalidades de ensino	14
2.3 A sala de aula invertida	18
2.3.1 - Google Classroom (Google sala de aula).....	21
2.3.2 – Aplicativo <i>Plickers</i>	22
2.3.3 – Google formulários (Google forms).....	24
2.3.4 – Canal Física no Alvo	25
2.4 – Teoria de aprendizagem utilizada	26
Capítulo 3 - Ondas.....	29
Capítulo 4 - Construção da Sequência Didática	37
Capítulo 5 – Análise e resultados	49
Conclusão	62
Referências	64
Apêndice A – Estudo Dirigido.....	68
Apêndice B – Atividades Avaliativas	75
Apêndice C – Sequência Didática	90

Capítulo 1 – Introdução

Os avanços científicos vêm cada vez aumentando nas diversas áreas, principalmente com recursos tecnológicos integrado nas áreas de Ensino e Aprendizagem. Para adquirir conhecimento de forma significativa tem-se explorado o uso das novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) na educação contemporânea.

O uso dessas ferramentas como computador, tablet e smartphones aplicados à educação têm funcionado como instrumento para inovação do processo ensino/aprendizagem. Podemos nos referir a elas como ferramentas eficazes e de grandes utilidades nas práticas educacionais, devido seu relevante potencial em tornar o aluno sujeito ativo desse processo. Dessa forma, rompe-se o método tradicional de ensino, no qual o professor é o detentor absoluto do saber e a dinâmica na qual o aluno é um mero espectador, com dever de escutar, armazenar e reproduzir as informações.

O aproveitamento pedagógico das tecnologias na educação vem se constituindo em um tema cada vez mais importante, dentro e fora da academia. Na educação, avanços importantes começam a ser percebidos acerca da utilização pedagógica das novas tecnologias.

É notório que a educação não pode andar na contramão de uma realidade cultural pertinente à educação atual: o uso de recursos tecnológicos de interação e comunicação. A educação do século XXI, a exemplo de outros setores da sociedade, deve usufruir do leque de possibilidades aberto pelas tecnologias – especialmente pelas áreas da Informática e das Telecomunicações.

Os métodos tradicionais que privilegiam a transmissão de informações pelos professores faziam sentido quando o acesso à informação era escasso. Com os avanços tecnológicos, podemos aprender em qualquer lugar, a qualquer hora e com diversas pessoas. Isso é complexo, porque não temos modelos prévios bem sucedidos para aprender de forma flexível numa sociedade altamente conectada. (ALMEIDA e VALENTE, 2012).

Diante dessa realidade, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) observam a necessidade e também as grandes dificuldades na hora de introduzir as novas TICs na escola. Uma das principais encontra-se na capacitação dos professores, o que torna fundamental a formação de docentes que possam acompanhar gradativamente esta

evolução. Segundo Valente (1999), o computador pode enriquecer ambientes educacionais e auxiliar o aprendiz no processo de construção do seu conhecimento.

Com base nessas profundas mudanças que estão sendo exigidas no âmbito educacional, propomos a utilização de novas metodologias ativas aliadas as TICs para auxiliar na construção do conhecimento. Assim, novas ferramentas tecnológicas devem ser alinhadas aos objetivos estabelecidos como norteadores do processo de ensino/aprendizagem. Nos ambientes virtuais, os auxílios das TICs ganham importância singular favorecendo múltiplas interações.

O uso pedagógico desses instrumentos tecnológicos permite ao professor percorrer concepções de aprendizagem que contrapõem a escola tradicional, onde a relação que o sujeito estabelece com o objeto define novos universos de construção do conhecimento. Neste sentido, o processo de ensino/aprendizagem que se estabelece em via dupla numa relação professor-estudante, ultrapassa os limites da sala de aula possibilitando a aprendizagem do aluno por diversas formas e fontes de pesquisa, pois:

“O processo ensino-aprendizagem depende do educador e do educando, pois é um processo compartilhado. Os recursos da multimídia, da internet, e da realidade virtual criam superações dos limites, utilizando o pensamento como capacidade de criar e como fonte da mensagem que dá sentido à mídia. A prática docente deve ser orientada hoje a partir de uma nova lógica e uma nova cultura (OLIVEIRA FILHO, 2010, p. 7)”.

Diante dessa perspectiva, têm-se os smartphones, bem como, qualquer outro aparelho eletrônico que devem ser utilizados como ferramenta que auxilie o processo de ensino/aprendizado favorecendo ao discente desenvolver competências necessárias a sua formação cidadã e crítica enquanto indivíduo. Não obstante, estes dispositivos podem dinamizar o ensino e despertar no estudante o interesse pela disciplina a ser estudada/aprendida, no caso, a Física.

Nessa perspectiva, o presente trabalho pretende demonstrar na prática a utilização das TICs no ensino da Física.

É importante ressaltar que com o avanço das Tecnologias de Informação e Comunicação, tivemos mudanças significativas no perfil do estudante que chegam ao ensino médio. Esses estudantes pertencem a uma geração que nasceu imersa nas TICs e tem como características a facilidade na utilização de novas tecnologias que facilita a utilização desses novos métodos.

A dissertação está estruturada em cinco capítulos e três apêndices. No capítulo 2, será abordado o ensino de Ondas. Nesse capítulo serão apresentadas as propostas das modalidades de ensino - sala de aula invertida, assim como as ferramentas utilizadas ao longo do projeto. No capítulo 3, será destinado ao estudo de Ondas. No capítulo 4, será abordada a construção e aplicação da sequência didática. No capítulo 5, será apresentada a aplicação e a análise dos resultados dos produtos educacionais desenvolvidos nesta dissertação. Logo após, será apresentada a conclusão do projeto, a partir da técnica aplicada no produto educacional.

Na finalização do trabalho estão contidos três apêndices - A, B e C, onde serão encontrados os estudos dirigidos, as atividades avaliativas e o produto educacional, respectivamente. O produto educacional possui três sequências didáticas destinadas aos professores, estando esses com a descrição detalhada das aulas de Ondas aplicada no projeto - essas sequências podem ser adaptadas de acordo com a realidade da comunidade.

Capítulo 2 – O ensino de Ondas

2.1 - O Ensino Híbrido

O Ensino Híbrido ou *Blended Learning*, que significa “misturado, mesclado” - assim é a nossa educação, uma mistura de valores no seu devido espaço e tempo - alia atividades em salas presenciais e não presenciais. Essa metodologia basicamente inverte a ideia que o estudante tenha o primeiro contato com o conteúdo em sala de aula com a exposição tradicional do docente.

Na aprendizagem ativa, os estudantes têm que se preparar fora do ambiente escolar por meio de leituras, aulas virtuais ou outros meios de aprendizagem. Em seguida, o estudante em sala de aula passa a ser ativo no processo de ensino/aprendizagem. De acordo com Bacich (2017 p. 51), o termo ensino híbrido está implantada na educação em que não existe uma forma única de aprender, o processo se dá de forma contínua em diferentes formas e espaços.

O modelo híbrido, não retrata algo que já esteja planejado, mas sim, um processo de construção cotidiana e de interação onde o autor principal deixa de ser o professor e passa a ser o mediador da construção do conhecimento. Dessa forma, o professor tem a finalidade de elaborar situações com diversas metodologias para fortalecer o processo ensino/aprendizagem.

A educação híbrida tem a finalidade de transformar a educação tradicional agregando as novas TICs. A idéia é que os alunos passem a ter maior participação no processo de ensino, participando e interagindo durante as aulas, criando situações e métodos de soluções de problemas que surgem no cotidiano, elaborando trabalhos, projetos e novas formas de aprendizado em grupos. Com isso, o professor passa a orientar e acompanhar o desenvolvimento da turma de forma mais presente e próxima aos discentes.

Para isso, o aluno tem que colaborar no processo com o estudo prévio antes da aula. Assim, fazendo suas anotações e questionamentos para serem discutidos em sala, mediante o professor e a turma. Os alunos podem assistir vídeos aulas gravadas pelo professor ou buscar na internet, usando materiais didáticos como suporte. Existem diversos recursos no âmbito digital para o aluno se aprofundar previamente dos conteúdos previstos para trabalhar em sala. Na escola, existem diversos meios de

facilitar o processo de ensino/aprendizagem a partir dos desenvolvimentos das TICs e com o avanço tecnológico encontram-se diversas maneiras da informação chegar até o aprendiz o que caracteriza um modelo híbrido de aprendizagem. Outra maneira é a integralidades de conhecimentos de diferentes áreas, essa interdisciplinaridade também é um processo de aprendizagem colaborativa.

2.2 - As propostas das modalidades de ensino

As propostas de ensino híbrido organizam-se de acordo com o esquema apresentado na figura 1 e serão discutidas a seguir.

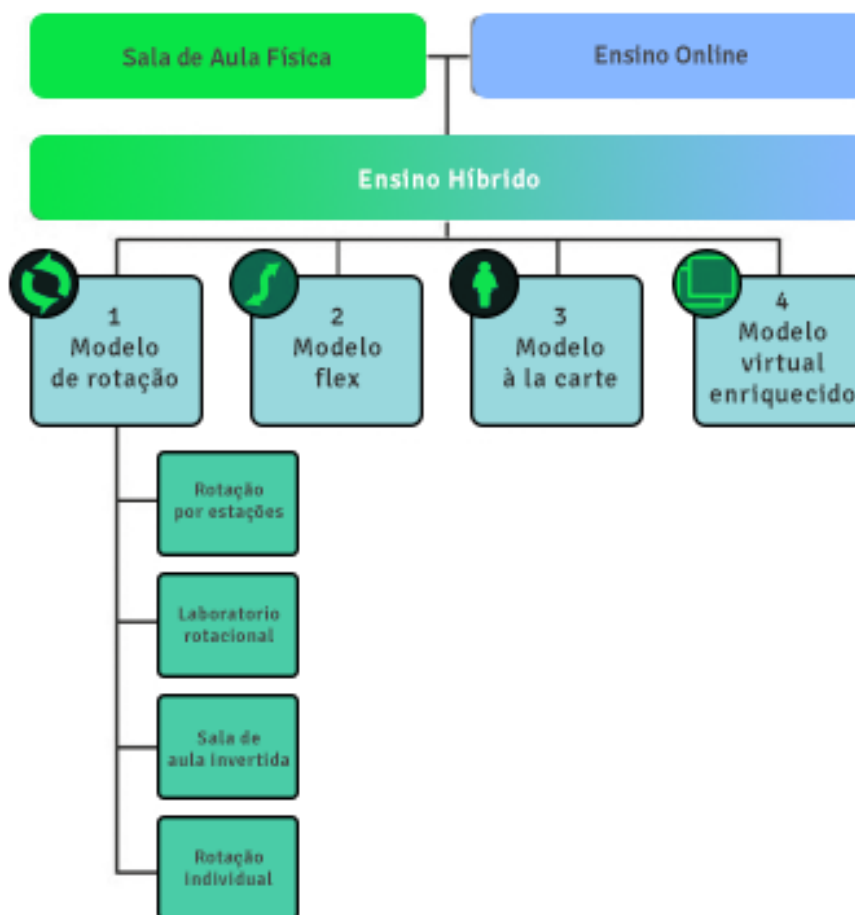


Figura 1 - Modelos de ensino híbrido – Instituto Clayton Christensen (Adaptada).**Fonte:** Horn e Staker.

A educação híbrida tem várias vertentes, o professor pode escolher qual a metodologia ativa se adequa ao ambiente escolar de acordo com a realidade da comunidade. Abaixo, no quadro 1, estão os modelos por rotação, o qual se divide em

quatro sub modelos. De acordo com Silva (2016, p.26) os modelos de rotação buscam a ligação entre o ensino tradicional e online, não causando grande ruptura na estrutura organizacional da escola. Essas propostas são mais fáceis de serem inseridas, pois dependem exclusivamente do educador. Por esse motivo, são chamados modelos sustentados, não havendo dificuldades para sua implementação, dependendo apenas de um planejamento.

MODELOS SUSTENTADOS	DESCRIÇÃO
Rotação Por estações	A sala é dividida em vários espaços fixos, cada espaço com um conteúdo diferente respeitando o tempo necessário de aprendizagem. O aluno irá passar por cada estação de acordo com o tempo acordado com o professor, assim no final todos conseguirão assimilar os conteúdos propostos.
Laboratório rotacional	O modelo laboratório rotacional são divididos em apenas dois espaços distintos, no qual um podendo ser o laboratório de informática onde partes dos alunos irão fazer pesquisa individual em relação aos conteúdos previamente estabelecidos pelo docente e a outra parte fica reunida com o professor em outro ambiente podendo ser a própria sala de aula ou outro local de estudo, assim, depois de certo tempo ocorre a inversão dos grupos.
Sala de aula invertida	Nesse modelo a principal característica é a inversão no modo de ensinar. A parte teórica é estudada fora do ambiente escolar, através de aulas on-line ou outros recursos didáticos e o espaço da sala de aula são destinados para discussões, trabalhos em grupo e diversas atividades em sala. Esse modelo é considerado a porta de entrada do ensino híbrida.

Rotação individual	Semelhante com a rotação por estação, na rotação individual os alunos recebem um plano de estudo individual que ele precisa atingir. Serão formadas várias estações, cada uma com atividades diferentes, mas com o mesmo objetivo final. O aluno vai mudando de estação de acordo com as suas necessidades, ele pode passar por todas ou só por aquelas que tenham maior dificuldade.
---------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Quadro 1 – Modelos sustentados. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018.

Por outro lado, os modelos a seguir já não podem ser chamados de sustentados, pois alteram com a organização da escola tradicional e requer maior envolvimento de outros profissionais. Os profissionais que compõem a escola como a direção e coordenadores têm um papel fundamental nessa proposta. Esses modelos podem ser chamados de disruptivos. De acordo com Silva (2016, p.26) os modelos chamados disruptivos têm como objetivo utilizar o ensino online, assim deixando de lado o caráter tradicional das escolas, utiliza a tecnologia como a principal fonte do ensino/aprendizado.

MODELOS DISRUPTIVOS	DESCRIÇÃO
Modelo flex:	O modelo tido com flex se assemelha da rotação por individual, priorizando o estudo on-line, os alunos vão passando pelas estações de acordo com as suas necessidades, podem trabalhar em computadores ou em pequenos grupos não como uma obrigação, nesse caso os alunos têm um ritmo flexivo e personalizado, e o professor ficará à disposição para orientar e tirar dúvida.

<p style="text-align: center;">Modelo à La carte</p>	<p>O aluno é o responsável pela organização e dos seus estudos, em conjunto com o professor, o estudante vai organizar e personalizar o seu planejamento de acordo com os objetivos a serem atingidos. Nesse seguimento pelo menos um curso é feito de forma online. Assim o aluno não tem a obrigação de ir para a escola todos os dias.</p>
<p style="text-align: center;">Modelo virtual aprimorado</p>	<p>Semelhante ao modelo à La carte, o modelo virtual aprimorado é considerado disruptivos porque é necessária que gestão escolar, junto à direção e coordenadores se engaje nesse processo, essa realidade ainda fica distante da realidade encontrada no Brasil. As matérias são oferecidas online e os alunos podem frequentar apenas um dia na escola para tirar dúvidas e receber orientação dos professores e tutores.</p>

Quadro 2 – Modelo disruptivo. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018.

A idéia central do presente trabalho é o modelo sala de aula invertida, considerado como uma inovação híbrida sustentada em relação à sala de aula tradicional, por apresentar as seguintes características: primeiro, promove a educação tradicional com a integração da era digital; segundo, conservar os métodos tradicionais, mas cria espaços dentro da sala de aula para atividades colaborativas entre os alunos; terceiro, criar uma maior autonomia para os estudantes, deixando de lado a passividade na sala de aula; por último, o professor se comporta como um mediador no processo de ensino/aprendizagem e não mais como um explanador de conteúdo. (BERGMANN; SAMS, 2017).

Dentro do ensino híbrido, a sala de aula invertida emerge como técnica usada por professores para melhorar o engajamento dos estudantes (CHRISTENSEN; HORN; STAKER, 2013, p. 31) e é o modelo mais simples para dar início à implantação do ensino ativo na sala de aula, dependendo apenas de um bom planejamento por parte dos professores. O modelo pode ser aprofundado com a inserção

de atividades que promovam a aprendizagem ativa (BACICH; TANZI NETO; TREVISANI, 2015),

2.3 A sala de aula invertida

A sala de aula invertida emerge como uma alternativa frente ao sistema tradicional de ensino o qual foi pensado como um modelo de ensino da era industrial em que o aluno era habilitado para um determinado ofício. Segundo Silva e Gasparin

O objetivo maior dos homens desse período era aprender uma profissão para poder fazer parte do mercado de trabalho. A função da escola, portanto, era preparar esses homens a fim de que fossem úteis e tivessem as características necessárias ao manuseio das novas tecnologias incorporadas aos processos de produção (2005, p. 11).

Entretanto, o ensino tradicional não atende às necessidades dos estudantes de hoje, pois os mesmos vivem conectados em um mundo virtual. Em alguns casos, os professores não recebem a formação adequada para lidar com este mundo em sala de aula. A sala de aula invertida é a metodologia base para os outros métodos de ensino. A mesma muda a rotina em sala de aula causando um impacto na comunidade escolar. Nesse modelo o professor e o estudante se desprendem do livro didático e buscam outras alternativas para conduzir a aula.

Ao mudar o funcionamento da sala, o discente torna-se um sujeito ativo no processo no qual o mesmo irá organizar a forma em que irá estudar, quando irá estudar, o tempo que irá passar para ver os conteúdos. E o professor irá organizar-se para conduzir seu aluno esclarecendo suas dúvidas em grupo ou individualmente e planejar suas aulas de forma que dê sentido ao que está sendo ensinando. Segundo Bergmann

A Sala de Aula Invertida muda o local onde a apresentação de conteúdos acontece e, assim, transforma o encontro com a turma no momento de usar estratégias de aprendizagem ativa. Em vez do professor ficar na frente e dar a aula, o que abre uma distância (eu sou o professor, você é o aluno), na SAI o professor estabelece mais relacionamento com os estudantes, conseguindo atingi-los de um modo que não conseguia antes. Por isso, a SAI é muito mais do que usar vídeos. Ela tem a ver com as coisas ativas que acontecem na aula, porque deslocamos as apresentações de conteúdo para outro momento (2017, p. 2).

A sala de aula invertida é um equilíbrio entre o antigo e o novo, ajudando o professor a dedicar sua atenção ao aluno com maior eficácia, levando-o a desenvolver melhor suas competências e habilidades no processo de ensino/aprendizagem. Esse método não está necessariamente ligado às tecnologias, pois os alunos podem buscar diferentes alternativas na busca do conteúdo proposto. Entretanto, as tecnologias potencializam a aplicação desta metodologia ativa.

O principal objetivo dessa abordagem é fornecer previamente o material do curso ao aluno, sendo esse impresso ou online, não é necessário associar sempre a metodologia com as TICs. No entanto, neste projeto esta estratégia será utilizada, pois, através dela o aluno poderá discutir o conteúdo com o professor e os demais colegas em tempo real, transformando assim a sala de aula em um espaço dinâmico e interativo.

Segundo Munhoz (2015, p. 37) e KOPP; EBBLER; RESTAD (2013), a característica dessa metodologia é “inverter” o ciclo típico de aquisição de conteúdos e aplicações, de tal forma que os alunos tenham contato antecipado com o conhecimento necessário antes da aula presencial. Esse contato pode ser em algum ambiente virtual de aprendizagem ou no encontro presencial, onde alunos e professores interagem de forma ativa para esclarecer, trabalhar e aplicar o conhecimento que foi construído.

A qualidade do trabalho desenvolvido por um professor depende muito do seu material e da forma de utilizá-lo, e não só do seu conhecimento. As novas TICs podem proporcionar potencialidades imprescindíveis à educação. Cada vez mais, ter-se-á de articular a escola com a sociedade da informação e do conhecimento, oferecendo condições para que todos possam aceder e selecionar, ordenar, gerir e utilizar novos produtos tais como: computadores, celulares, impressoras, data show. (GIANOLLA, 2006). Segundo Souza e Borges

Os alunos de hoje crescem com o acesso à internet, *youtube*, *facebook*, *Myspace* e muitos outros recursos digitais. Em geral, podem ser vistos fazendo os exercícios de matemática enquanto enviam mensagens de texto, postam e curtem no *facebooke* ouvem música, tudo ao mesmo tempo. Quando chegam à escola precisam desligar esses aparelhos ou qualquer dispositivo digital. E tem alunos que carregam consigo dispositivos mais poderosos do que grande parte dos computadores existentes em nossas escolas e ainda não lhes permitimos explorar esses recursos, que são naturalmente parte de seu dia a dia (SOUZA; BORGES, 2017, p. 66).

Neste trabalho, será desenvolvida uma proposta utilizando este modelo de ensino como estratégia para o ensino de Física de Ondas. Para tanto, será utilizado ferramentas das novas TICs para contribuir na aprendizagem da ondulatória direcionada ao Ensino Médio.

A Sala de aula invertida para esses alunos torna a aprendizagem um processo natural, pois para eles o uso da tecnologia é cotidiano, e dessa forma, tanto em casa quanto na escola a aprendizagem ocorrerá de forma mais natural.

A sala de aula invertida é uma modalidade na qual o conteúdo e as instruções são estudados online antes do estudante frequentar a sala de aula, que agora passa a ser o local para trabalhar os conteúdos já estudados, realizando atividades diferenciadas como resolução de problemas e projetos, discussão em grupo, laboratórios de Ciências, entre outros. Na abordagem da sala de aula invertida, o estudante estuda antes da aula, lê o conteúdo teórico e assiste aos vídeos. Na aula presencial se torna o lugar de aprendizagem ativa, onde há perguntas, discussões e atividades práticas. O professor trabalha as dificuldades dos alunos, ao invés de apresentações sobre o conteúdo da disciplina (EDUCAUSE, 2012).

Assim como outros métodos, existem dificuldades na utilização desse modelo conforme apontam Jonathan e Aaron que apontam quatro dificuldades principais para quem quer começar a trabalhar com esse sistema: Primeiro é inverter a própria mente e entender o tempo em sala de aula; segundo é estar capacitado para fazer a inversão de maneira adequada, como por exemplo, ter bons vídeos, ensinar os alunos como assistir aos vídeos de forma que extraiam as informações ao máximo; terceiro é se dedicar para elaborar a aula invertida ou encontrar conteúdos que o ajudem, como vídeos de outros professores ou outros materiais, como games; e por fim, dominar a tecnologia que será utilizada em sala de aula (BERGMANN; SAMS, 2017).

Não obstante ressaltar que a sala de aula invertida é muitas vezes descrita com a ideia simplista de que é “trabalho de escola em casa, e trabalho de casa na escola”. Mas esse método de ensino é mais do que isso, e busca dar a liberdade para professores implantarem novas metodologias (UNIVERSIA BRASIL, 2017).

As tecnologias que serão utilizadas para efetivar a sala de aula invertida neste trabalho são:

- Ambiente virtual com o *Google Classroom*, conhecido no Brasil como *Google Sala de Aula*;

- *Plickers* como ferramenta de avaliação utilizando cartão resposta em tempo real, *online* ou *offline*;
- Google formulário utilizado na criação dos questionários;
- *Youtube* como ferramenta para acomodar os vídeos que foram gravados;

2.3.1 - Google Classroom (Google sala de aula)

O *Google Sala de Aula (GSA)* como é chamado no Brasil, é uma ferramenta gratuita. Essa inovação da criada pela *Google* proporciona que professores e alunos se conectem de forma rápida e fácil, dentro e fora da sala de aula.

O GSA economiza tempo e papel além de facilitar a criação de turmas, distribuição de atividades, comunicação e organização das tarefas.

Oferecendo e mediando diversas ferramentas online, o GSA ou *Google classroom* vem abrindo espaço no universo educacional para facilitar o aprendizado do aluno e a qualidade do desempenho do professor.

O *Google classroom* oferece facilidade de configuração, proporcionando ao professor adicionar o aluno em tempo recorde. O fluxo de tarefas simples e digital, sem usar papel, permite que os educadores criem, revise e atribua notas às tarefas rapidamente em um único lugar.



Figura 2 – *Google classroom*. Fonte: Domínio público.

Além de melhorar a organização, ser acessível e seguro, o GSA melhora a comunicação, somando dessa maneira, um avançado aprendizado para ambos, professor

e aluno. Por intermédio da internet, hoje temos os nativos digitais, aqueles indivíduos que já nasceram em um mundo onde a comunicação digital sem barreiras é uma realidade.

Vale salientar que esses estudantes que já nasceram conectados se sentem muito à vontade em ambientes virtuais de ensino. Por isso, GSA é uma excelente alternativa, sejam para escolas, universidades, cursos livres, professores e alunos.

Sendo a sala de aula um ambiente de troca de aprendizados, as pesquisas online geram recursos para o educador, e, quanto mais recursos ele dispuser para tornar essa experiência ainda mais proveitosa, melhor para ele e para os alunos.



Figura 3 – Momento de estudo invertido utilizando o ambiente virtual com a sala Física no Alvo. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018.

Ao fazer uso das ferramentas liberadas na plataforma, vemos mais colaboração entre os estudantes, incentivando à comunicação e troca de informação, dessa forma, o ensino ganha mais significado e relevância e há mais engajamento e participação. Dessa forma, o *Google classroom* passa a ser imprescindível ao planejamento deste trabalho.

2.3.2 - Aplicativo *Plickers*

O *Plickers* é uma ferramenta de avaliação de forma rápida e de fácil manuseio, de forma interativa o professor chama atenção dos alunos na hora da aplicação desse método. Com isso os alunos permanecem envolvidos nas atividades em sala de forma a participarem com mais efetividade.



Figura 4–Avaliação em tempo real das atividades em sala de aula usando o aplicativo *Plickers* por instrução entre pares. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018.

Não é apenas um método divertido de avaliação online, com essa ferramenta o professor tem a possibilidade de acompanhar o andamento do ensino e aprendizado do aluno através das respostas de forma simultânea.

A coleta dos resultados por parte do professor se dá utilizando os cartões (*cards*), que são impressos e personalizados para cada estudante com alternativas de múltipla escolha, variando entre A, B, C e D.

Os resultados são coletados através de um *smartphone* contendo o aplicativo que digitaliza as respostas de cada cartão de forma rápida e confiável. Os seus dados ficam salvos de forma instantânea no próprio aplicativo, onde o professor é o único que tem acesso.

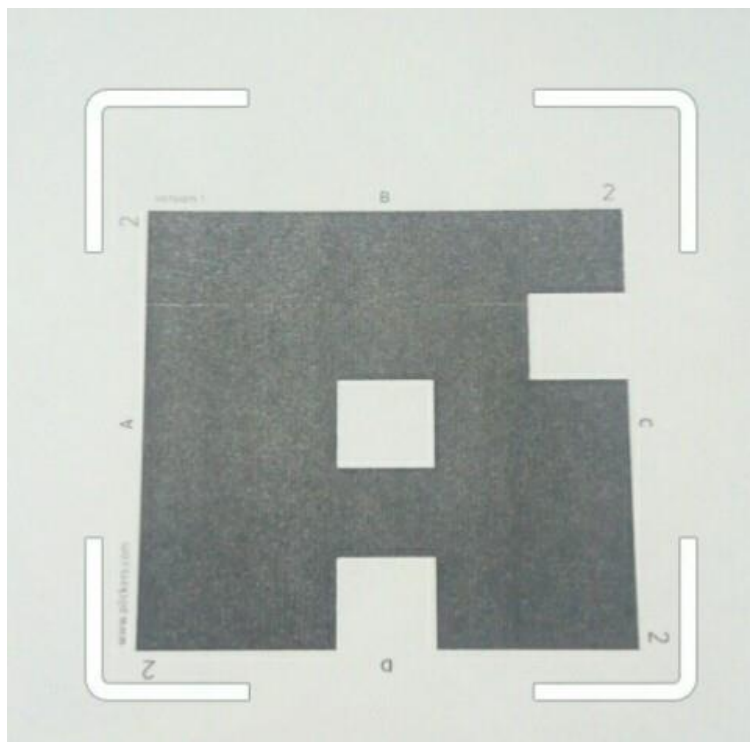


Figura 5 – Modelo do cartão resposta usando o aplicativo *Plickers*. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018.

Através do *feedback* imediato, o professor pode alterar a maneira de sua aula, criando outro ambiente de ensino favorável ao momento. O resultado na aprendizagem é gratificante, os alunos adoram esse método, acha divertido e prático, com isso o engajamento da turma se fortalece e todos interagem entre si.

2.3.3 - *Google* formulários (*Google forms*)

Os formulários do *Google* é uma solução gratuita e criativa que é disponibilizado atrás do *Google Drive*, onde o professor pode elaborar documentos, planilhas e apresentações personalizadas, coletar dados através dos formulários. O *Google forms* como também é chamado, pode ser personalizado com imagens e cores diversas a critério do elaborador. Assim pode escolher entre inúmeras opções de perguntas de múltipla e também adicionar vídeos do *Youtube* entre outros meios.

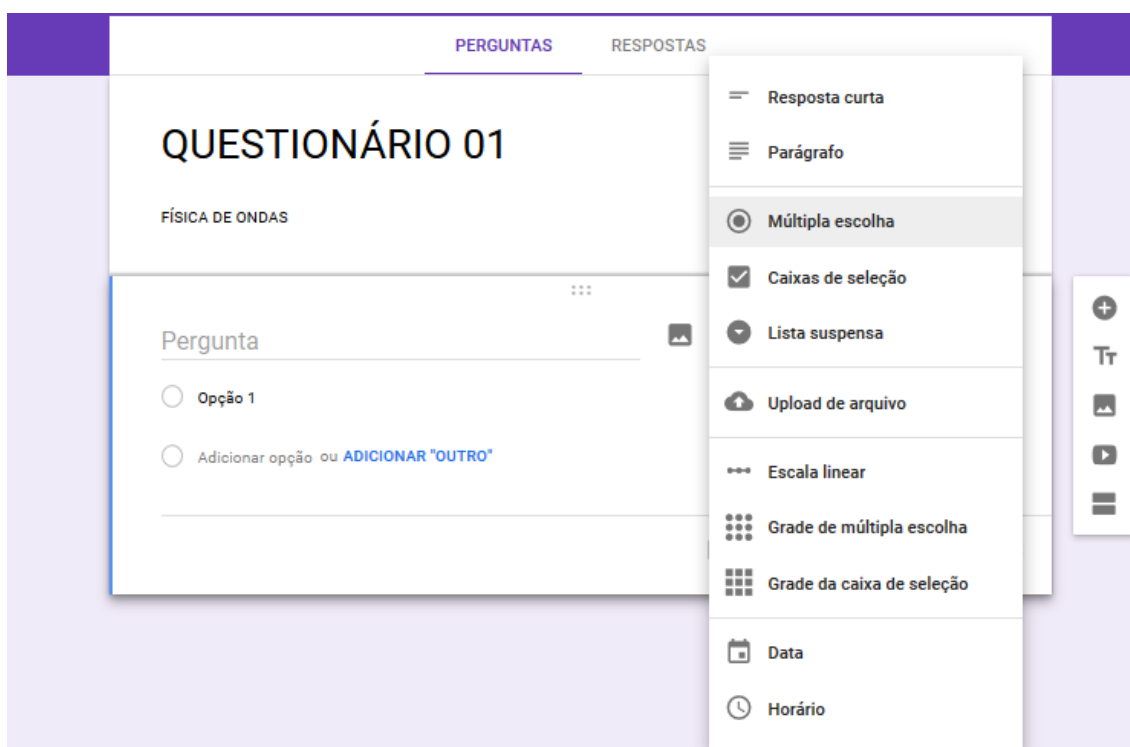


Figura 6 – Interface do Google Forms. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018.

Além de ser fácil o manuseio o formulário é ágil. Assim, é fácil gerar, editar e responder os formulários em computadores, *smartphones* e *tablet*. Os dados das pesquisas são coletados de forma simultânea e organizados, com informações confiáveis, são gerados gráficos de todos os dados em curto tempo. Com isso, o docente tem acesso simultâneo dos resultados e análises.

2.3.4 – Canal Física no Alvo

O *Youtube* é uma plataforma de compartilhamento de vídeos, aulas, seriados e muitos outros canais de entretenimentos. O canal denominado Física no Alvo foi criado pelo professor e inserido nessa plataforma com a intenção de hospedar as videoaulas referente ao conteúdo de Ondas.

Disponível 24 horas antes das aulas, todos os alunos cadastrados na sala de aula virtual através do *Google classroom*, recebem simultaneamente um link que direciona ao canal disponibilizado na maior plataforma de vídeos do mundo, *YouTube*, a aula referente ao dia posterior. Assim, o estudante terá tempo suficiente para assistir a aula elaborada pelo docente.

O canal Física no alvo é um ambiente favorável ao ensino e aprendizado dos estudantes, podendo voltar e rever a aula, pausar e retornar ao vídeo quando necessário.



Figura 7 – Canal hospedado no *Youtube* Física no Alvo. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018.

2.4 – Teoria de aprendizagem utilizada

A teoria de mediação de Vygotsky tem como base três níveis de desenvolvimento: o nível de desenvolvimento real, desenvolvimento potencial e o desenvolvimento proximal. Essa teoria, aliada com a proposta metodológica da sala de aula invertida se complementam proporcionando aos alunos o desenvolvimento de aprendizagem afetiva e colaborativa.

Na sala de aula invertida, as aulas tradicionais são substituídas por aulas *online* e fora do ambiente escolar. Ao mudar o funcionamento do ensino tradicional, o estudante torna-se um sujeito ativo no processo de ensino/aprendizagem. O discente tem a flexibilidade de organizar a forma em que irá estudar por meio de videoaulas, livros didáticos ou outras ferramentas de aprendizagem que o mesmo possui. Dessa maneira, a aula presencial passa ser o local para aperfeiçoar os conteúdos já estudados. A figurado do professor é como mediador e o do estudante é como colaborador nesse processo de ensino/aprendizagem.

No primeiro nível de desenvolvimento apontado por Vygotsky – O desenvolvimento real, o estudante pode solucionar problemas buscando ajuda do professor ou com outras pessoas que já adquiriram o conhecimento. O desenvolvimento real define funções que já amadureceram, ou seja, o aluno pode fazer tal tarefa e isso comprova que tal situação já foi amadurecida (Vygotsky, 2007, p.97).

Nessa perspectiva é fundamental termos em mente a percepção dos educando de hoje – apontados por especialistas como chamados *nativos digitais*. Essa percepção vai

ao encontro do entendimento de Vygotsky sobre a relevância do meio histórico-cultural em que o sujeito está inserido para seu desenvolvimento cognitivo - que considera essencial a busca do professor pelo conhecimento da realidade histórico-concreta de seus estudantes (FREIRE, 1997).

O segundo nível, o desenvolvimento potencial, o professor desenvolve o papel de pessoa mais experiente.

Muito se discute, quando o tema é a utilização pedagógica da tecnologia, sobre a figura do professor – o consenso estabelecido é que há a necessidade de o profissional docente estar preparado para utilizar essas ferramentas. Para tanto, é preciso manter-se atualizado. Não basta ao professor adaptar-se às tecnologias, mas deve, ao mesmo tempo, ser protagonista dessa nova realidade; é necessário ensinar a como aprender com as TIC.

O professor orienta o estudante durante as aulas. Por isso que é essencial a figura do professor, pois o mesmo estudou e possui ferramentas para que o aluno possa evoluir sozinho. O meio que o professor tem de mediar o ensino além da orientação é a proposta de resolução de exercícios tanto teóricos quanto práticos.

O terceiro nível, a zona de desenvolvimento proximal, esse é considerado o nível mediador entre o desenvolvimento real e potencial. Essa zona é causada pela influência de uma pessoa com outra com maior experiência. Nesse sentido o professor conduz o aluno a sair da zona de desenvolvimento proximal para o nível de desenvolvimento real, assim tornando expressivo o ensino adquirido.

Uma das contribuições mais importantes de Vygotsky é a mediação. É através da interação com outro que o sujeito se tornar independente para desenvolver as habilidades cognitivas. De acordo com OLIVEIRA (2002, p. 26), mediação em termos genéricos é o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação; a relação deixa, então, de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento.

Na visão de Munhoz (2015), a aprendizagem colaborativa tem a possibilidade de diminuir algumas falhas e cooperar com a metodologia de sala de aula invertida uma vez que ela tem como alvo o aluno como agente ativo no processo de ensino/aprendizagem. O convívio entre os integrantes do processo colaborativo segue um exemplo onde predominam a comunicação, a cooperação e o diálogo que são os elementos fundamentais de um modelo denominado “Modelo de Colaboração 3C”. (FUKS et al., 2002).

A interatividade aliado com o processo de composição do conhecimento, Borges (et al.2007),tem como base a razão sociocultural da teoria de Vygotsky, que considera este processo sob a ótica da interação entre o ser e o meio social onde está inserido. Nesse panorama, surgem as tecnologias digitais de informação como meio mediador para as interações entre os estudantes e professores colaborando na mediação do processo de ensino/aprendizagem.

Capítulo 3 - Ondas

Em física, podemos entender uma onda como uma propagação de energia entre dois pontos distintos do espaço com velocidade definida e sem que haja transporte direto de matéria de um a outro desses pontos. No cotidiano podemos ver alguns exemplos de fenômenos que associamos a um comportamento ondulatório, como por exemplo, as ondas circulares formadas quando uma gota d'água cai sobre a superfície de um lago calmo ou aquelas provocadas ao sacudir uma corda formando pulsos. (MOYSÉS, 2002)

Em geral, podemos classificar as ondas em três tipos principais citados a seguir. Ondas mecânicas: São aquelas que necessitam de um meio material para se propagar, como as ondas no mar, as ondas sonoras e as ondas sísmicas. As ondas eletromagnéticas: Este tipo de onda possui a capacidade de se propagar não apenas através de um meio material, mas também no vácuo. Como exemplo pode citar as ondas de rádio, ondas de celular, a luz visível, os raios X entre outros. As ondas de matéria: São aquelas ondas associadas a partículas ou corpos que possuem massa. Partículas como o elétron, prótons e outras partículas elementares. Geralmente essas ondas são utilizadas em laboratórios. (HALLIDAY, 2012)

Quanto às ondas mecânicas, de acordo com a direção da oscilação das partículas no meio onde a onda se propaga, podemos ainda classificá-las como transversais, quando a direção da oscilação destas partículas é perpendicular à direção de propagação da onda, ou como longitudinais, quando as partículas do meio oscilam na mesma direção de propagação da onda. (HALLIDAY, 2012)

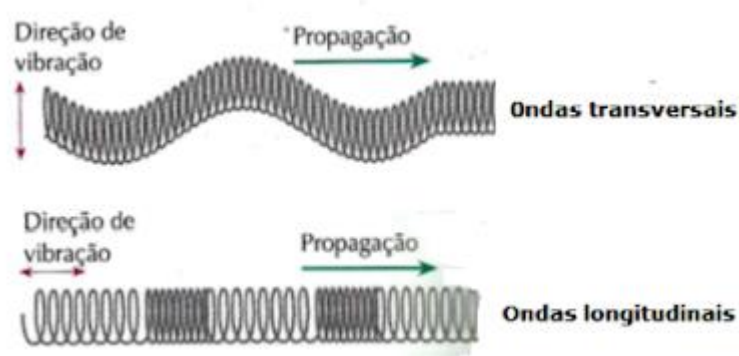


Fig. 8 – A – Produção de uma onda transversal em uma corda. B – Produção de uma onda longitudinal em uma mola. **Fonte:** Nicolau, 2015.

3.1 - Função de onda

A função de onda é a expressão que descreve o comportamento de uma onda se deslocando no espaço e no tempo. O caso mais simples é a onda se deslocando em apenas uma direção, unidimensional, que é o caso da propagação de uma onda transversal em uma corda. A seguir temos a expressão para função de onda (MOYSÉS, 2002):

$$y(x, t) = A \cos(kx - \omega t + \delta) \quad (5.1)$$

Ao analisar a função unidimensional acima, pode-se descrever a onda a partir dos elementos que a compõe, sendo estes:

- Amplitude (A): É o deslocamento máximo em y de um determinado elemento da onda.
- Número de onda (k): É um parâmetro que se relaciona inversamente proporcional ao comprimento de onda, onde podemos escrever a expressão a seguir,

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad (5.2)$$

- Frequência angular (ω): Relaciona-se com a frequência e o período de uma onda, onde são válidas as relações,

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \quad (5.3)$$

- Constante de fase (δ): Especifica a localização de uma onda no espaço, possibilitando que duas ondas idênticas sejam representadas em posições diferentes.

No gráfico da figura 2 pode ser verificado duas ondas, nas quais a onda em verde possui amplitude maior que a onda em azul. No gráfico da figura 3 pode ser observado duas ondas que se defasam apenas por estarem em fases diferentes (fora de fase).

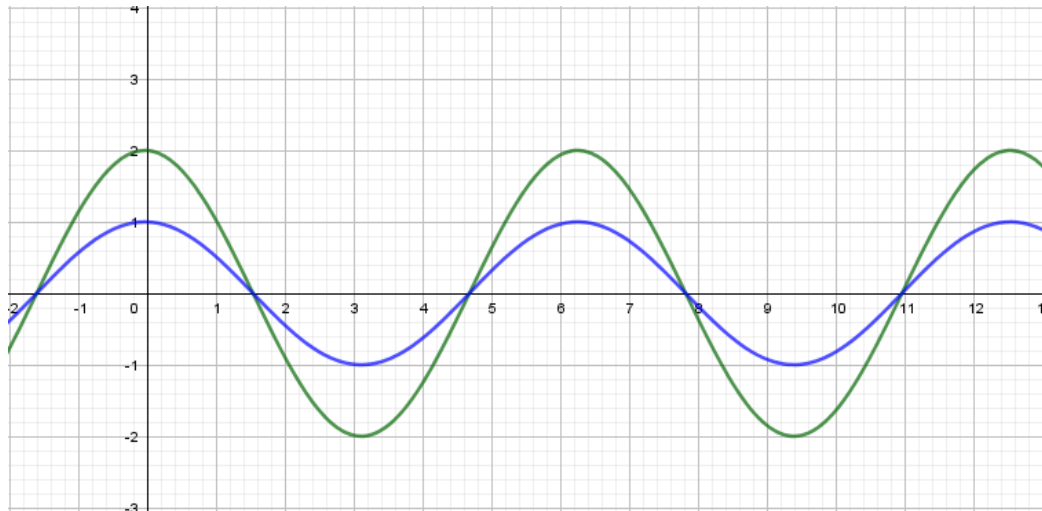


Fig. 9 – Diferentes amplitudes utilizando o aplicativo Geogebra. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2019.

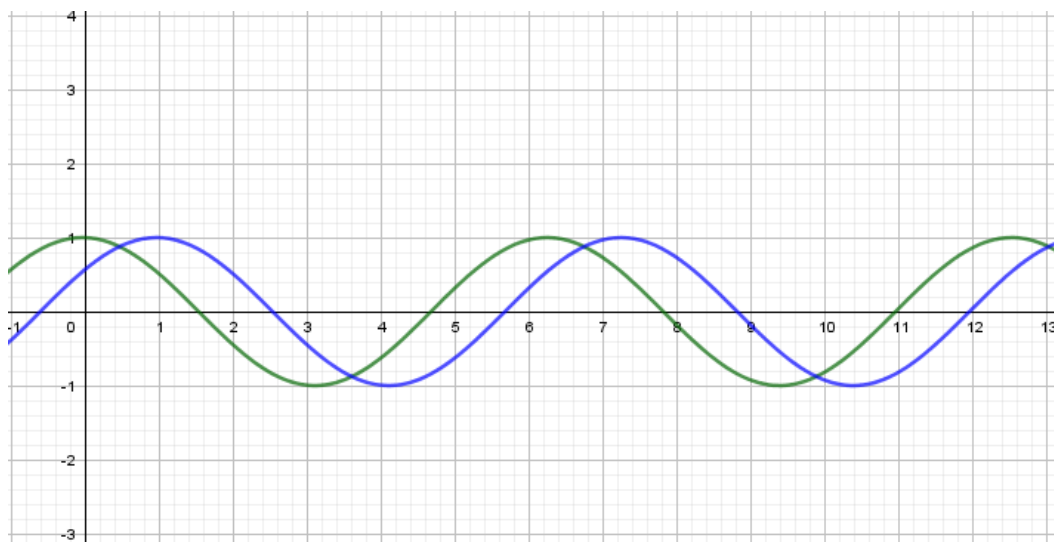


Fig. 10 – Defasagem de duas ondas com a mesma amplitude utilizando o aplicativo Geogebra. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2019.

Quando uma onda se desloca no espaço, observa-se que, dado um ponto da onda, este conserva seu deslocamento enquanto a onda se move. Para a propagação da onda na direção x , ambos x e t variam de forma que

$$(kx - \omega t) = cte. \quad (5.4)$$

Sendo assim, ao derivar a equação 5.4 em relação ao tempo, obtém-se

$$k \frac{dx}{dt} - \omega = 0 \quad (5.5)$$

$$kv - \omega = 0 \quad (5.6)$$

$$kv = \omega \quad (5.7)$$

$$v = \omega/k \quad (5.8)$$

Substituindo $\omega = 2\pi f$ e $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ chegamos à expressão

$$v = \lambda f \quad (5.9)$$

A equação de Taylor busca descrever a velocidade de uma onda em uma corda vibrante homogênea, sendo estes descritos em função de sua massa e período de oscilação. Isto pode ser conseguido a partir do estudo da tensão na corda. Primeiramente, definir uma densidade linear de massa μ para um elemento de massa Δm situado em um determinado segmento de um pulso de onda Δl , descrita por

$$\Delta m = \mu \Delta l \quad (5.10)$$

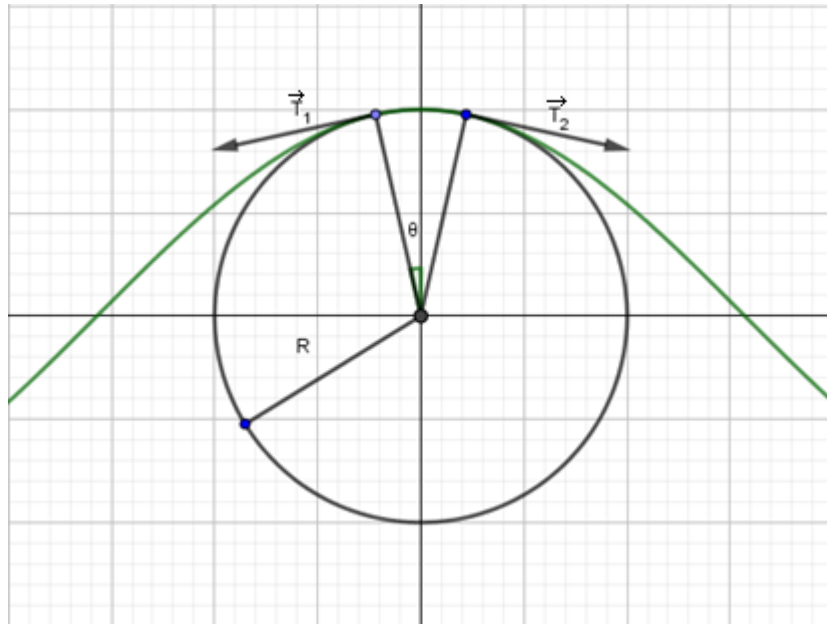


Fig. 11 – Reprodução de um pulso na corda utilizando o aplicativo Geogebra. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2019.

A força restauradora radial de raio R neste pulso formando um ângulo de 2θ com o centro pode ser definida por

$$F = 2(\tau \text{sen}\theta) \approx \tau(2\theta) = \tau \frac{\Delta l}{R} \quad (5.11)$$

Considerando que o movimento se dá neste ponto de forma semelhante ao movimento circular, podemos afirmar que a aceleração atuante no elemento é centrípeta. Assim, o produto massa por aceleração é dado então por

$$F = \Delta m a = \Delta m v^2 / R \quad (5.12)$$

Substituindo as equações 5.10 e 5.11 em 5.13, obtêm-se à seguinte expressão

$$\tau \frac{\Delta l}{R} = (\mu \Delta l) \frac{v^2}{R} \quad (5.13)$$

Dividindo ambos os lados da equação por $\frac{R}{\Delta l}$, temos

$$\tau = \mu v^2 \quad (5.14)$$

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad (5.15)$$

3.2 – Fenômenos ondulatórios

Veja uma onda plana propagando-se no meio 1, conforme mostra a figura 12. A prática mostra que quando uma onda incide sobre uma superfície plana AB que separa o meio 1 do meio 2, uma parte da onda é transmitida ao segundo meio e outra parte é refletida de volta ao meio 1. As ondas são escritas como sendo refratada e refletida. A onda incidente propaga-se na direção do vetor unitário \mathbf{k}_i e as ondas refratadas e refletidas propagam-se nas direções dos vetores unitários \mathbf{k}'_r e \mathbf{k}' respectivamente (ver Fig. 12). Os ângulos θ_i , θ_r e θ' definem as direções dos vetores unitários \mathbf{k}_i , \mathbf{k}'_r e \mathbf{k}' com relação à reta N normal à superfície AB. As direções destes três vetores são relativas pelas seguintes leis. (ALONSO, 2015)

I) As direções de incidência, refração e reflexão estão todas em um mesmo plano, o qual é normal à superfície que separa os dois meios e, contudo, contém a normal N à superfície.

II) O ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.

$$\theta_i = \theta'_r \quad (5.16)$$

III) Denominada como a lei de Snell- descarte, o raio refratado está no plano de incidência com ângulo refração θ_2 que está relacionado com θ_1 denominado ângulo de incidência.

$$n_2 \cdot \text{sen}\theta_2 = n_1 \cdot \text{sen}\theta_1 \quad (5.17)$$

Onde n_2 e n_1 são constantes adimensionais, designada como índice de refração do meio, seu valor numérico depende do meio onde a luz está inserida.

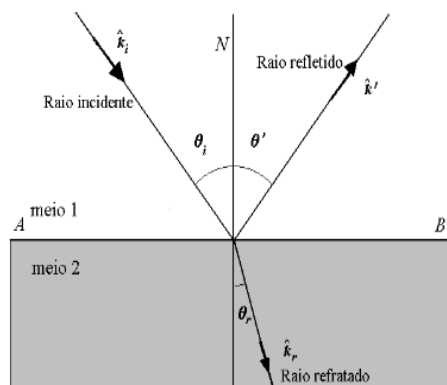


Figura 12- Raios incidente, refratado e refletido (Adaptada). **Fonte:** Marcelo Alonso, 2015.

A difração é um fenômeno ondulatório no qual a onda, ao atravessar um obstáculo (uma fenda ou parede) se flexiona e alarga conforme o descrito pelo princípio de Huygens. A difração não está restrita apenas às ondas luminosas, mas todos os tipos de ondas. É um princípio usualmente observado quando, por exemplo, duas crianças conversam através de um muro onde as ondas sonoras, ao incidir sobre o muro, o contornam e chegam à pessoa do outro lado. O mesmo evento pode ocorrer também com a luz, entretanto, para isto precisaremos de fendas da ordem do comprimento de onda da luz utilizada. Talvez por este motivo não seja tão comum observarmos o fenômeno de difração da luz no nosso dia a dia. (HALLIDAY, 2012)

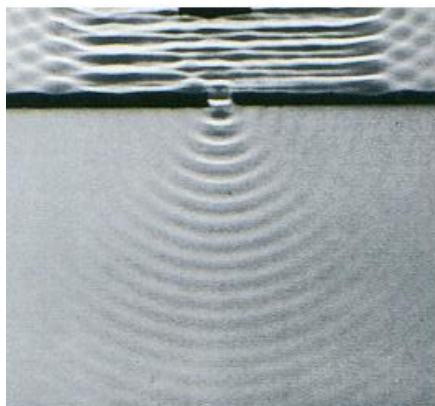


Figura 13 - Ondas planas num tanque de onda, incidindo sobre uma fenda que tem uma abertura em frente ao comprimento de onda. **Fonte:** Tipler, 2000.

A polarização é um fenômeno ondulatório é particular das ondas transversais, como a luz visível e as demais faixas do espectro eletromagnético. A luz não polarizada é resultado da propagação um campo elétrico e um campo magnético perpendiculares entre si. A luz do sol, por exemplo, não é polarizada, pois ao ser emitido da fonte ela se

propaga em diferentes direções. Entretanto, podemos por meio de lentes especiais, ou filtro polarizador, filtrar a luz solar de modo a permitir que apenas uma parcela da luz que se propaga com uma determinada direção venha a atravessar a lente. Ao passar pelo filtro polarizador a componente do campo elétrico paralela à direção de polarização consegue atravessá-la, mas a componente perpendicular é absorvida. Isto é amplamente aplicado em óculos solares e pára-brisas de carros para impedir que a luz do sol em excesso chegue aos nossos olhos. (HALLIDAY, 2012)



Figura 14 – A - Duas placas polarizador na mesma direção, grande parte da luz passa. B - Duas placas polarizador em direção opostas (perpendiculares), a luz é absorvida. Fonte: Halliday, 2012.

Capítulo 4 - Construção da Sequência Didática

A construção da sequência didática surgiu da necessidade de melhorar o ensino de Física, em especial de Ondas, no Ensino Médio. A elaboração da sequência de aula foi desenvolvida em quatro momentos: O primeiro constituiu na explanação das ferramentas a serem utilizadas no projeto; o segundo foi a aplicação dos conceitos introdutórios de Ondas utilizado no presente estudo; no terceiro ocorreu explanação dos tipos e elementos de uma onda; e o quarto e último momento foi abordado os fenômenos ondulatórios.

Foram desenvolvidas aulas de Ondas utilizando metodologias ativas com as turmas da 2ª série do Ensino Médio do Instituto Reis Magos, no município de Natal – RN. A aplicação do projeto aconteceu durante sete aulas de cinquenta minutos que ocorreram durante o turno matutino e algumas aulas fora do turno de aula.

O método de pesquisa utilizado neste projeto foi exploratório e descritivo, delineando e explorando os conceitos de Ondas com análise qualitativa dos dados trabalhados no projeto.

Inicialmente foi realizada uma exposição para os discentes das ferramentas que seriam utilizada no decorrer do projeto – isso ocorreu no dia 18 de outubro de 2018 - o objetivo foi descrever todo o processo metodológico, assim como a inserção das TICs no processo de ensino/aprendizagem.

Logo em seguida foi explanado como se daria a utilização do ambiente virtual, o GSA – um dos principais dispositivos auxiliares desse processo - local onde foi inserido os links das vídeoaulas que está hospedado no *Youtube* através do canal Física no Alvo. Para a utilização do aplicativo, os alunos entraram no Play Store ou no AppStore e baixaram gratuitamente o *Google Classroom*. Em seguida, o professor forneceu o código de acesso à sala de aula virtual - Física no alvo - para que todos pudessem ter acesso aos materiais do projeto.

Os alunos utilizaram nesta primeira aula o *Google Classroom* para responder ao questionário de sondagem – **Momento 01** - Esse questionário teve como finalidade constatar a viabilidade do projeto por meio das novas TICs e diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos acerca do método de ensino híbrido na modalidade de sala de aula invertida.

A seguir seguem as perguntas e os gráficos referentes ao levantamento de respostas conforme questionário de sondagem.

1. Você possui celular, *tablet* ou *smartphone*?

26 respostas

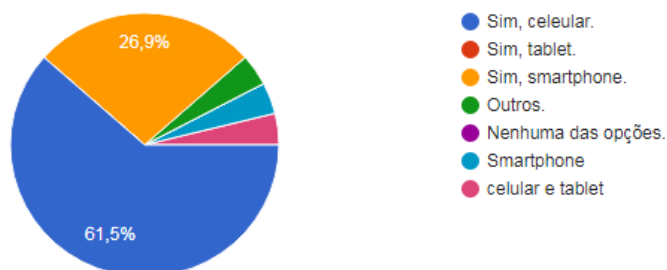


Figura 15–Gráfico de acesso à mídia eletrônica digital. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018.

2. Você possui acesso à internet?

26 respostas

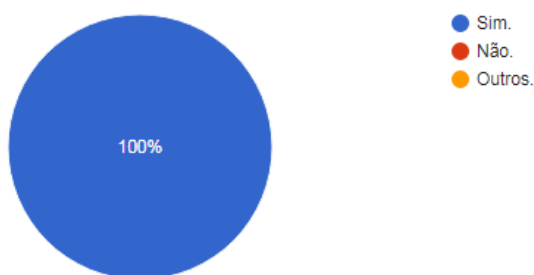


Figura 16–Gráfico de sondagem de acesso à internet. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018.

O gráfico da Fig. 15 mostrado anteriormente consta que todos os alunos da turma “A” possuem acesso à tecnologia digital, ao passo que o gráfico da Fig.16 mostra que todos possuem acesso à internet em casa. Essas duas questões inicialmente abordada é crucial para a aplicação do projeto, uma vez que a negativa de uma destas duas perguntas seria uma barreira para desenvolver o trabalho.

3. Você tinha algum conhecimento prévio de ensino híbrido na modalidade de sala de aula invertida?

26 respostas

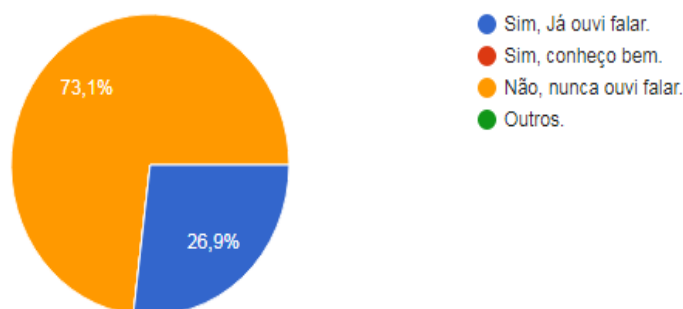


Figura 17–Gráfico de sondagem de conhecimento prévio acerca modalidade de ensino. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018.

A terceira questão da sondagem é referente ao conhecimento sobre sala de aula invertida. O gráfico da Fig. 17 aponta quantos alunos já possuíam algum conhecimento acerca da modalidade de ensino que pretendia ser aplicada em sala. Por meio da análise, podemos concluir que apesar de 26,9% dos alunos já terem ouvido falar, 73,1% da turma desconhecia desta modalidade de ensino.

4. O que você espera desta modalidade de ensino, sala de aula invertida?

Aluno (An)	Resposta
A1	“Que eu consiga aprender com mais facilidade.”
A2	“Eu espero que essa modalidade de ensino torne as aulas mais dinâmicas, facilitando a obtenção de conhecimento.”
A3	“Eu espero que melhore a relação professor-aluno”
A4	“Que seja mais divertida e interativa que a aula tradicional”
A5	“Que nos proporcione ensino diferenciado, tirando nos dá monotonia”
A6	“Tornar a aula mais dinâmica e facilitar o aprendizado dos alunos.”
A7	“Espero um bom desenvolvimento do trabalho, para que ele possa nos proporciona novas formas de aprendizagem, e assim, dinamizar as práticas de ensino da escola”

Quadro 3 – Coleta de algumas respostas referente a expectativa da pergunta 4. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018.

A quarta questão abordada no questionário de sondagem foi acerca das expectativas dos alunos em relação à aplicação desta metodologia de ensino. O retorno dos alunos quanto as suas expectativas demonstram a necessidade de sair do ensino tradicional. Os alunos preferem ter acesso a formas diferenciadas de ensino, pois estas lhes são mais interessantes aguçando mais a curiosidade e engajamento no ensino, no caso, na disciplina de Física.

Nesse **segundo momento** será descrito a metodologia que será abordada na explanação dos três temas propostos nesse estudo: – **Que onda é essa?**; **Nas ondas do violão**; **Como uma onda no mar...**; – apresentados em seguida.

Em todas elas ocorrerá a seguinte sequência didática:

- teste conceitual;
- avaliação através do método *PeerInstruction*;
- estudo dirigido;
- demonstração experimental;
- discussão final.

Para abordar os três temas sugeridos em cada aula foi aplicado inicialmente um **teste conceitual** nos primeiros dez minutos utilizando o *Google forms* com cinco questões baseadas nas videoaulas- apresentadas no canal Física no Alvo -sobre os conceitos de ondulatória.

Em seguida, foi aplicado o **método *PeerInstruction***, instrução por pares, proposto pelo professor Eric Mazur. De acordo com esse método os testes devem ser elaborados de forma conceitual, de tal forma que os alunos não necessitem usar fórmulas - deve conter questões de múltipla escolha de forma clara e de nível mediano.

O método *PeerInstruction* tem por objetivo modificar a interação no decorrer das aulas, fazendo com que todos os alunos se envolvam com o conteúdo de ensino, por meio de questionamentos estruturados, promovendo assim o aprendizado colaborativo (MAZUR, 1997).

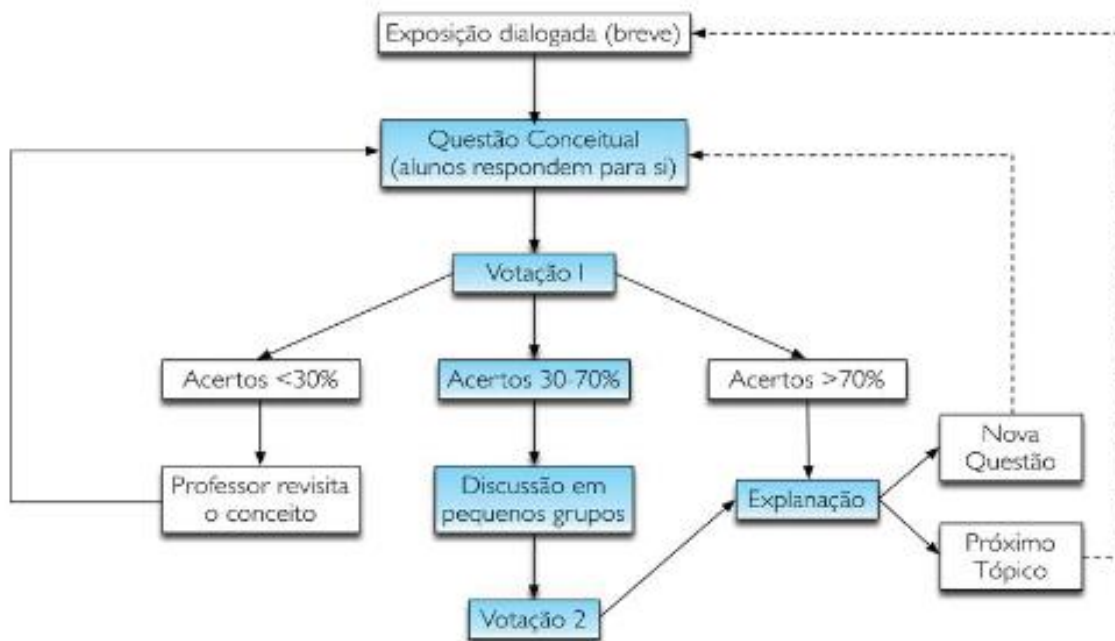


Figura 18 – Fluxograma do método *PeerInstruction*. Fonte: Erick Mazur, 2008.

Com base no fluxograma da Fig. 18, o método *PeerInstruction* consiste em propor questões conceituais acerca do conteúdo proposto na aula invertida. Foi utilizado o aplicativo *Plickers* como método de avaliação rápida das questões propostas.

Esse método foi aplicado durante trinta minutos em consonância com o aplicativo *plickers*, de acordo com as figuras 4 e 5, onde as questões foram propostas e cada estudante recebeu um cartão resposta codificado individualmente—consequentemente. Com a utilização desse método, o professor tem a condição de avaliar em tempo real o *feedback* dos estudantes acerca dos conceitos de Ondas - então, foram aplicadas dez questões conceituais utilizando o *Datashow*.

Segundo esse método, quando a turma obteve o número de acertos inferior a 30%, o professor deve retomar o conceito do conteúdo abordado. Se a turma obtiver entre 30 – 70% deverão ocorrer discussões em pequenos grupos, de tal forma que será realizada uma segunda tentativa de responder à questão. Porém, se a maioria dos estudantes obtiver uma média maior que 70% de acertos, o professor deverá prosseguir normalmente a aula abordando uma nova questão.

Na figura abaixo é exposto o modelo de aplicação do método conforme o andamento da turma e seu processo de aprendizagem (Figura 19).



Figura 19 – Sequência do método *PeerInstruction* aplicado em sala de aula. **Fonte:** Clicker Education.

Neste terceiro momento foi proposto um **estudo dirigido** (Fig. 20) contido no apêndice A, com duração de trinta minutos para resolução em grupo. Os alunos tiveram acesso ao texto impresso indicado pelo professor e em seguida realizaram a leitura.

Logo após a leitura teve um instante para análise e discussões esclarecendo suas possíveis dúvidas em relação ao texto. Cada grupo teve a oportunidade de discutir o que assimilou dos conteúdos e seus possíveis questionamentos. Esse momento foi importante para a interação dos grupos e o engajamento dos estudantes em sala.



Figura 20 – Momento de discussão do Estudo dirigido. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018.

No quarto momento foi proposta uma **demonstração experimental** de baixo custo realizado previamente pelo professor a respeito do assunto abordado. Foram destinados vinte minutos para que os alunos interagissem com o experimento.

A experimentação pode ser interpretada como uma ferramenta bastante poderosa e de grandes utilidades nas práticas educacionais devido ao seu grande potencial quanto método auxiliar para o professor nas atividades de sala de aula.

A demonstração experimental ocorre de forma totalmente distinta nas três aulas, de forma a contemplar os três temas abordados nesse estudo. Para melhor clareza quanto a sua dinâmica, serão expostos abaixo de forma individual, diferente dos demais momentos onde os métodos de ensino são semelhantes, diferindo apenas quanto a seu conteúdo didático.

Tema 01: **Que onda é essa?**

Os experimentos construídos pelo professor e demonstrados na primeira aula foram: **o telefone de copos e a máquina de onda**. **O telefone de copos** - Primeiro experimento construído que permite verificar a propagação das ondas sonoras por meio do fio. Os materiais utilizados foram: dois copos idênticos de alumínio; um prego; e barbante. Para construir esse experimento foi necessário fazer um furo na base de cada copo. Em seguida, foi passado um pedaço de barbante pelo furo e foi dado um nó na extremidade que está dentro de cada copo.

O telefone foi testado pelos estudantes (Fig. 21) - enquanto um aluno falava com a boca no copo, o outro colocava o copo no ouvido e conseguia ouvir. A propagação do som acontece quando o fio está totalmente tensionado, assim o som da voz é modificada em vibrações e conseqüentemente propaga de tal forma que o outro escute o que foi falado.

Dessa forma, os estudantes puderam identificar através do experimento do telefone de copos que o som é uma onda mecânica. Então, o meio para que a onda pudesse se propagar, no caso do telefone, foi o fio tensionado.

Através de aparatos experimentais de baixo custo, o professor organizou a sala em formato de círculo para que todos tivessem uma maior participação e visualização do experimento. Em seguida, alguns alunos participaram do funcionamento dos experimentos, potencializando uma interação professor/aluno. Esse momento foi considerado pelos alunos um dos momentos mais agradáveis da aula no qual o estudante pôde comprovar a teoria/prática



Figura 21 – Interação dos alunos com o telefone de copos. **Fonte:**Leandro Arrilton, 2018.

Máquina de ondas artificial -Instrumento que permite a visualização do comportamento de ondas. Os materiais utilizados foram: 2 caixas de massa de modelar, 1 balança de precisão, palitos de churrasco e uma fita. Para construir esse experimento foi necessário prender os palitos na fita, de tal forma que houvesse um espaçamento entre cada palito (cerca de 7 cm). Em seguida, foi separado os contrapesos (massa de modelar) que foram presos nas extremidades dos palitos. No entanto, foi preciso verificar a massa de cada contrapeso, de tal forma que todos possuíssem a mesma massa.

A máquina foi testada (Fig. 22), o aluno dava um pulso em uma extremidade e a onda se propagava. Nesse experimento, os estudantes perceberam o comportamento de uma onda mecânica se propagando através de um meio material.

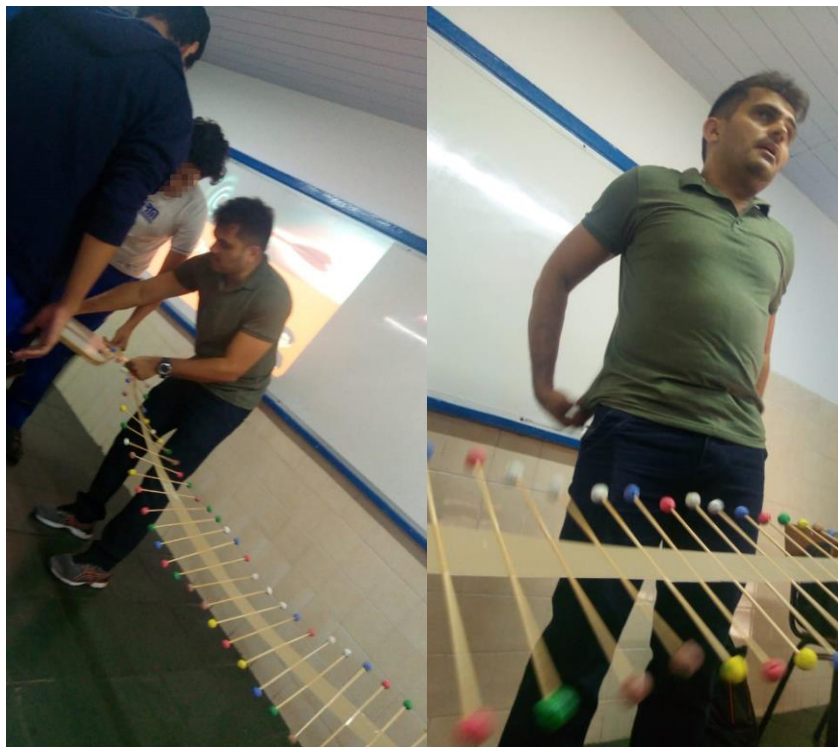


Figura 22 – Pulso na máquina de ondas artificial. **Fonte:**Leandro Arrilton, 2018.

Tema 02: Nas ondas do violão

O primeiro experimento utilizado foi uma mola (Fig. 23), que teve como finalidade mostrar os elementos de uma onda. Com esse aparato os estudantes puderam identificar a crista, o vale, a amplitude, o comprimento de onda e a propagação de uma onda.



Figura 23 – Pulso na mola para identificar os elementos de uma onda. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018.

O segundo experimento utilizado foi à máquina de ondas estacionárias (Fig. 24), que teve como finalidade mostrar a velocidade de propagação de uma onda em uma corda. Com esse aparato os estudantes puderam identificar que a velocidade de propagação da onda na corda depende da tensão (T) e densidade linear de massa (μ), essa velocidade que pode ser calculada através da equação de Taylor.

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad \text{Eq. 1}$$

Com isso, quanto maior a força tensora no fio menor o número de comprimento de onda e consequentemente a maior a velocidade.



Figura 24 – Máquina de onda estacionária em oscilação. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018.

Tema 03: **Como uma onda no mar...**

O primeiro experimento (Fig. 25) teve como finalidade observar o fenômeno da refração. Com essa demonstração os alunos observaram o desvio da luz do *laser* quando incide obliquamente no aquário. Então, quando a luz do *laser* passa de um meio menos refringente (o ar) para um meio mais refringente (a água), comprova assim o fenômeno da refração (Fig. 25 – A).

Esse fenômeno consiste na alteração da velocidade de propagação da luz quando sofre um desvio, em relação à reta normal, na sua trajetória quando ocorre a mudança do meio de propagação. No entanto, os estudantes observaram que quando a luz do *laser* incide perpendicularmente no aquário, a luz não sofre desvio (Fig. 25 – B). Esse fenômeno é devido ao índice de refração absoluto. Quando o índice de refração é maior ou igual a 1, nesse caso particular do ar, a velocidade da luz é muito pequena então não ocorre um desvio significativo como na Fig. 25 – A.

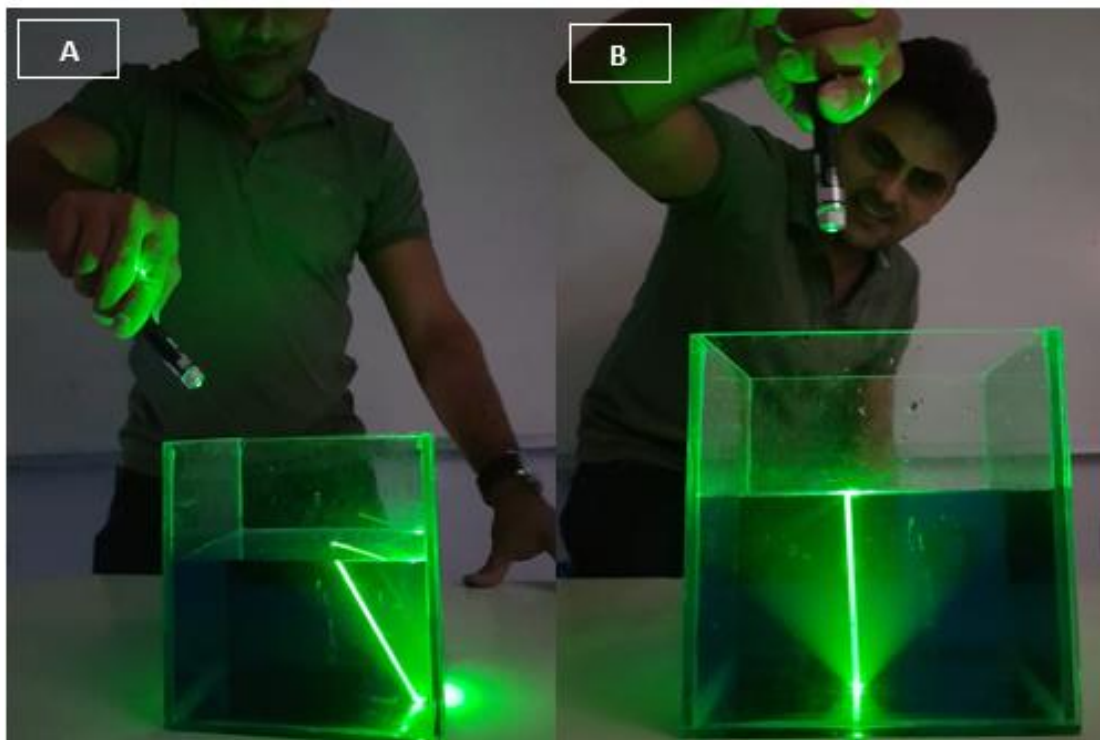


Figura 25 –A) Laser incidindo obliquamente. B) Laser incidindo perpendicularmente. Princípio da refração a luz do laser em um aquário. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018.

O segundo experimento (Fig. 26) teve como finalidade observar o fenômeno da polarização. Esse experimento consiste na polarização de um feixe de luz. Inicialmente foi colocado dois filtros parcialmente perpendiculares entre si (Fig. 26 - A). Dessa forma, os alunos notaram que a luz do laser quando incidiu em apenas um filtro o feixe luz conseguiu passar normalmente. Já na figura 26-B, os filtros estavam perpendiculares entre si e assim a luz não conseguiu passar pelos filtros polarizadores.

A polarização de ondas ocorre apenas em ondas transversais, pois vibram em várias direções e o polarizador tem como finalidade filtrar em apenas uma direção. Para comprovar que a luz é uma onda transversal foi feito o experimento que teve como finalidade confirmar a polarização. Foram colocados dois polarizadores perpendiculares e deste modo a onda foi impedida de se propagar porque eles estavam cruzados.



Figura 26 – A) A luz passa normalmente. B) Processo de polarização **Fonte:**Leandro Arrilton, 2018.

Ao final do momento experimental, ocorreu o período **da discussão final** em todas as aulas. Foi reservado um tempo de 10 minutos para que os alunos discutissem os temas, tirando dúvidas e sugerindo melhorias. Por fim, foi disponibilizado no ambiente virtual um último questionário, o qual os discentes puderam responder dando um *feedback* quanto ao novo método de ensino.

Capítulo 5 – Análise e resultados

Ao final do projeto foi aplicado uma enquete que teve como objetivo verificar os resultados da execução do trabalho em relação à acessibilidade aos recursos disponibilizados no *Google forms* e da aplicabilidade e eficácia do método da aula invertida. A seguir será analisado o questionário de *feedback* realizado com a 2ª série da turma A com seus respectivos gráficos.

1. Em qual horário do dia você assistia as videoaulas?

25 respostas

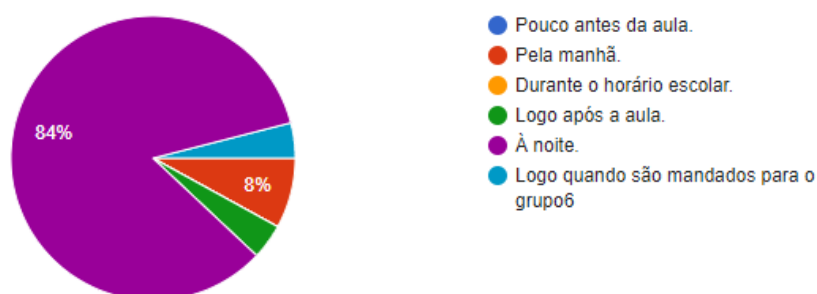


Figura 27–Gráfico de sondagem do horário que os estudantes assistiram as videoaulas disponibilizadas no canal Física no Alvo no Youtube. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018.

De acordo com o gráfico da Fig. 27 observa-se uma nítida predominância em apenas um dos períodos, cerca de 84% dos estudantes assistiram as videoaulas apenas durante o turno da noite. Provavelmente isso se deu devido ao fato da noite ser o turno no qual os estudantes costumam acessar as redes ou que costumam realizar as atividades escolares propostas para o dia seguinte. Cerca de 8% dos estudantes visualizaram os vídeos pela manhã antes do horário escolar e os demais 8% visualizaram assim que o material foi enviado para o grupo, logo após a aula.

2. Na sua opinião, como se compara a aula utilizando essa nova metodologia com a uma aula tradicional?

25 respostas

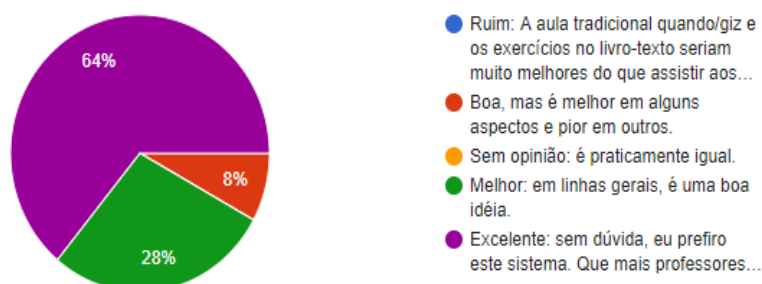


Figura 28—Gráfico de comparação entre a metodologia ativa e a tradicional. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018.

A maioria, representada por 64% dos alunos tiveram uma excelente aceitabilidade em relação ao método tradicionalista. Essa porcentagem evidenciou sucesso com a aplicação da experiência da sala de aula invertida.

Grande parcela da turma se mostrou mais favorável à sua implementação quando comparada a aula tradicional, preferindo este novo sistema proposto. Para 28% dos estudantes, a metodologia ativa não chegou a um nível desejado, no entanto, superou as expectativas. E uma pequena parcela de 8%, evidencia que a modalidade de aula invertida tem seus pontos positivos e negativos em relação às aulas tradicionais.

Analisando em geral esse gráfico da Fig. 28, percebe-se que não houve opiniões desfavoráveis em relação à metodologia ativa da sala de aula invertida. Assim, os alunos apontaram a sala de aula invertida como uma opção mais atrativa que a aula tradicional.

3. Você conseguiu acessar e assistir as videoaulas antes da data marcada?

25 respostas

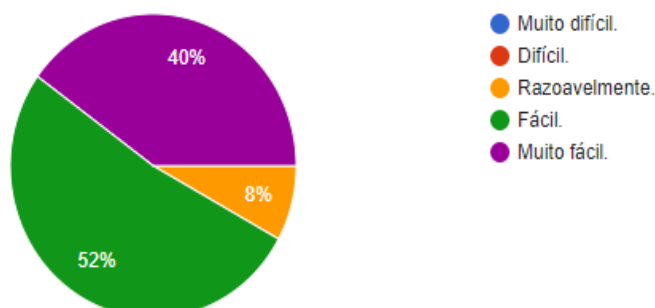


Figura 29—Gráfico de sondagem acerca dos acessos das videoaulas. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018.

As videoaulas necessitaram dos estudantes um compromisso em assistir os

mesmos, uma vez que foi o pré-requisito para que o projeto funcionasse. Com essa etapa cumprida possibilitou discussões em sala acerca dos temas visualizado. De acordo com o gráfico da Fig. 29, cerca de 52% conseguiram acessar e tiveram facilidade em encaixar um horário para a visualização do vídeo indicado pelo professor antes da aula. Apenas 8% dos estudantes tiveram um pouco de dificuldade em acessar a plataforma de vídeo. Na primeira videoaula houveram 113 visualizações, na segunda 89 e na terceira 104, comprovando que os estudantes reviram os vídeos.

4. Qual o seu nível de satisfação acerca da apresentação dos vídeos?

25 respostas



Figura 30–Gráfico de satisfação dos alunos em relação aos vídeos. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018.

De acordo com a Fig. 30, pode-se notar a satisfação em relação a apresentação dos vídeos. Os alunos evidenciaram estar confortáveis com o estudo a partir dos materiais produzido. Isto se deve a fatores como: qualidade dos materiais; e das possibilidades de manuseio do mesmo - como, por exemplo, a capacidade de voltar, pausar, avançar, reproduzir em velocidade reduzida ou assistir apenas um trecho do vídeo.

5. Qual o meio que você costumava assistir as videoaulas?

25 respostas

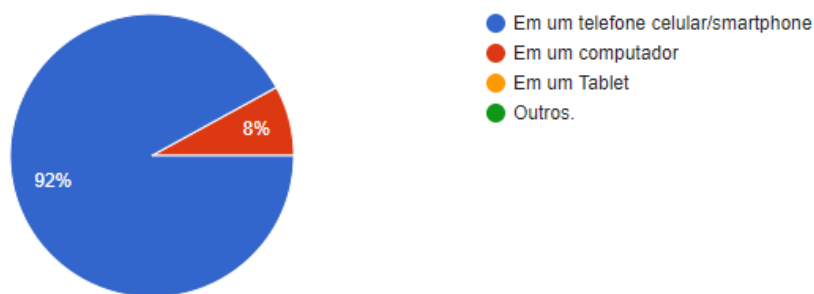


Figura 31–Gráfico do aparelho que o estudante assistiu as videoaulas. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018

O gráfico da Fig. 31 evidencia que 92% dos estudantes utilizaram aparelho de telefone celular para assistir as videoaulas. Este ponto também mostrou a capacidade de acessibilidade e de portabilidade da modalidade de aula invertida. Assim, tendo em vista que grande parte da população, principalmente os adolescentes, em idade escolar possui um aparelho de telefone ou possuem acesso a um computador.

6. Durante o projeto você assistiu aos vídeos antes do prazo estabelecido?

25 respostas



Figura 32–Gráfico do quanto a data limite para a visualização do material. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018

As atividades da modalidade de aula invertida aplicadas são requeridas que os alunos já tenham um estudo prévio antes de iniciar as atividades em sala de aula. É importante que os mesmos assistiram aos vídeos indicados pelo professor antes da aula com o tema proposto pelas videoaulas. O gráfico da Fig. 32 evidencia que 40% dos alunos da turma analisada conseguiram assistir ao material dentro do prazo estabelecido. 36% assistiram na maioria das vezes dentro do período proposto e apenas 4% dos alunos que não assistiram ao vídeo antes da data sugerida. Dessa forma, em termos

gerais foi um fator positivo para o progresso do projeto em sala.

7. Qual o local que você costuma estar quando assistia aos vídeos?

25 respostas

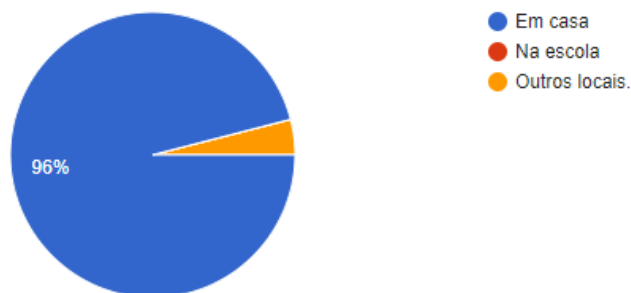


Figura 33—Gráfico do local que de acesso às videoaulas. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018

Como já mencionado, a modalidade de sala de aula invertida possui a facilidade de proporcionar ao aluno o acesso ao conteúdo onde desejar - na escola, na própria casa ou em outros locais. Na pesquisa em questão, 96% dos alunos declararam ter assistido ao material em sua própria residência, enquanto 4% afirmaram ter tido acesso ao conteúdo em outros locais.

8. O uso das videoaulas permitiu ao professor passar mais tempo com você ou com seu grupo em sala de aula?

25 respostas

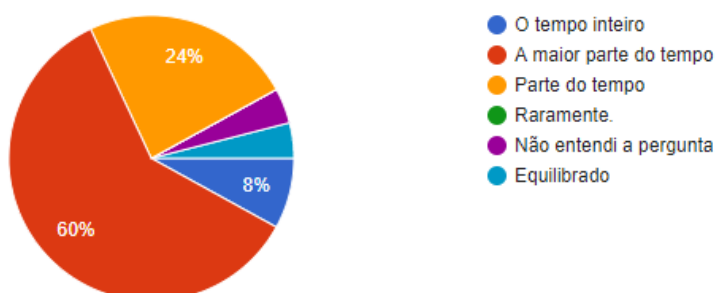


Figura 34—Gráfico do suporte do professor na sala de aula invertida. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018

A modalidade de aula invertida, com auxílio da facilidade através do meio digital e das ferramentas de conexão que o mesmo pode oferecer. De acordo com o gráfico da Fig. 34, 60% dos estudantes constataram maior presença nos grupos em sala de aula. Isto induz a pensar que este tipo de atividade possibilita uma maior

proximidade nas relações professor-aluno. Os meios de comunicação que foram utilizados se estenderam para outros momentos além das aulas. O gráfico também indica que 24% dos alunos constataram parcialmente a presença do professor em grupos.

9. O que você achou das atividades em grupo dentro de sala de aula?

Pode marcar mais de uma alternativa.

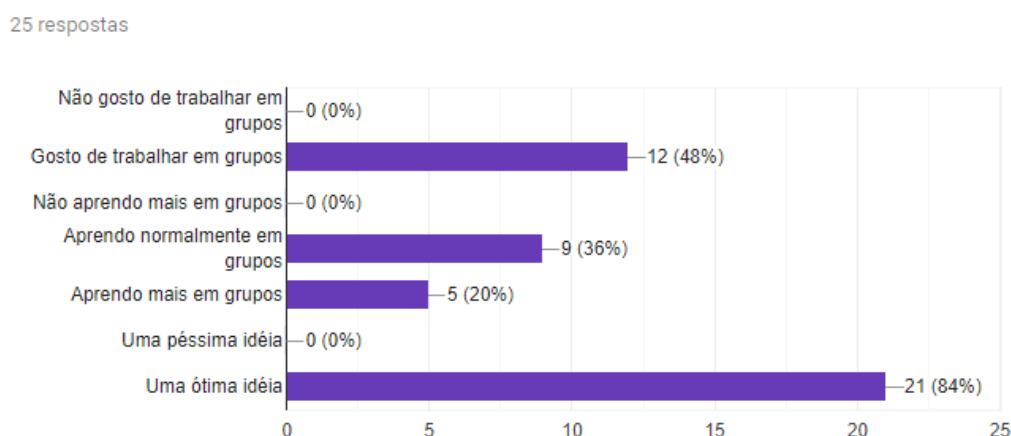


Figura 35–Gráfico de relação entre alunos. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018

O gráfico da Fig. 35 diz respeito às atividades realizadas em grupos pelos alunos. A análise do gráfico formado a partir das respostas a esta questão evidencia que a turma escolhida possui afinidade com atividades em grupo.

10. O que você achou a respeito do aplicativo *Plickers*?

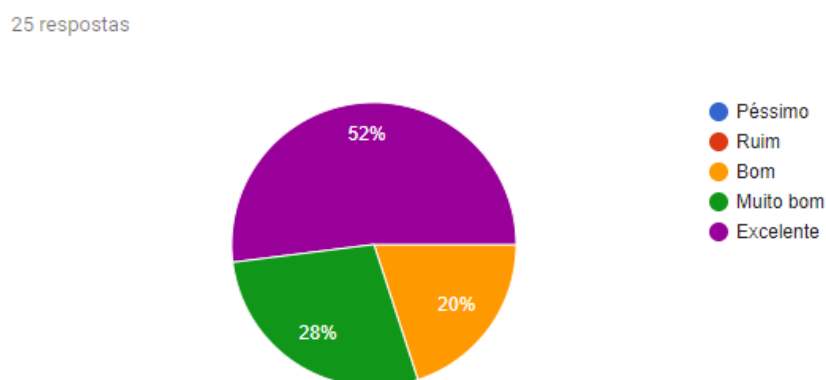


Figura 36–Gráfico da enquete do aplicativo. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018

O aplicativo *Plickers* é uma ferramenta que por possuir alguns aspectos de jogo

(como a interface de fácil manipulação), proporciona a competição como elemento motivador. O gráfico indicou a aceitabilidade do aplicativo entre os alunos, pode-se notar que todos tiveram uma boa experiência e pontuaram o aplicativo como uma boa atividade a ser praticada em sala.

11. O que você achou dos experimentos utilizado em sala?

25 respostas

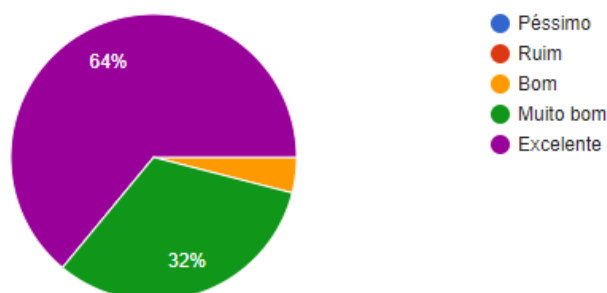


Figura 37–Gráfico da enquete da atividade experimental. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018

Em relação aos experimentos realizados em sala, todos os alunos demonstraram satisfação em participar das atividades, como se pode notar pelos dados positivos mostrados no gráfico da Fig. 37. Assim, conclui-se que atividade experimental desperta e aguça o interesse do aluno pela ciência, principalmente quando ele interage com o aparato.

12. O que você mais gostou nas atividades desenvolvidas em sala de aula?

A seguir estão identificados alguns comentários dos alunos, como a enquete foi feita de forma anônima os mesmos serão identificados como A1, A2, A3 e assim por diante de acordo com a tabela a seguir.

Aluno (An)	Resposta
A1	“A interatividade”
A2	“A interação do professor com a turma”
A3	“Gosto dos experimentos, e das perguntas com os papéis”
A4	“Trabalhar em grupo”
A5	“Gostei da parte do aplicativo com o código”
A6	“A interação entre alunos que objetiva o compartilhamento de informações”
A7	“De fazer os exercícios”
A8	“Ver a materialização do conteúdo dado teoricamente”

Quadro 4 – Coleta de algumas respostas referente a expectativa da pergunta 12. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018.

Os comentários dos alunos evidenciaram em sua maior parte a importância da interação professor-aluno. A diversidade das atividades desenvolvidas na escola também foi o ponto culminante para que os alunos se sentissem motivados a aprender e compartilhar com os demais. Outro ponto que chamou a atenção dos alunos foi a interação com os experimentos levados para a demonstração dos assuntos abordados em aula.

13. O que você mudaria nas atividades desenvolvidas em sala?

Aluno (An)	Resposta
A1	“Faria algo fora do cotidiano”
A2	“Não mudaria nada, as atividades são super descontraídas e ao mesmo tempo consigo compreender o assunto”
A3	“Colocaria mais experimentos”
A4	“Faria algo fora do cotidiano”
A5	“Mais tempo na aula para fazer mais experiências”
A6	“Colocaria mais experimentos em relação à aula de física”
A7	“No geral, o formato é ótimo e organizado. Não vejo a necessidade de nenhuma mudança”

Quadro 5 – Coleta de algumas respostas referente a expectativa da pergunta 13. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018.

As informações dadas por alguns alunos a esta pergunta mostram em parte uma boa aceitabilidade do projeto realizado. No entanto, outros sentem a necessidade da realização de mais atividades experimentais práticas. Isso mostra a importância de sair da abstração de gráficos e fórmulas prontas para que se possa constatar os fenômenos físicos. Em geral, as aulas práticas fogem do ensino tradicional colaborando no processo de ensino-aprendizagem do aluno uma vez que torna o ensino flexível e participativo.

14. Como as videoaulas contribuíram para sua aprendizagem sobre o conteúdo de ondulatória?

Aluno (An)	Resposta
A1	“Eles são legais e úteis”
A2	“Muito, tenho mais facilidade de interpretar o conteúdo por videoaula”
A3	“Muito, tenho um melhor desenvolvimento no assunto assistindo as videoaulas”
A4	“O conteúdo fica mais claro e dá a chance de ser revisado várias vezes, ajudando em muito no entendimento do assunto”
A5	“As videoaulas deixou mais fácil a entender o assunto e também para repetir a parte que eu talvez não tenha entendido”

A6	“Foi ótimo, porque pode olhar a aula de novo”
A7	“Ajudaram bastante, pois aprende o assunto em casa e leva apenas as dúvidas, assim facilita e conseguimos aproveitar melhor o tempo em sala de aula”
A8	“Muito bom, no sentido de que poderia repeti-los várias vezes até aprender”

Quadro 6 – Coleta de algumas respostas referente a expectativa da pergunta 14. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018.

De acordo com o quadro 6, pode-se notar que um dos fatores que favoreceu o entendimento dos temas tratado nos vídeos é a possibilidade oferecida pela ferramenta, os vídeos podem pausar, avançar e serem vistos quantas vezes sejam necessárias para absorção do assunto abordado.

15. Comente sobre essa nova experiência de sala de aula invertida.

Aluno (An)	Resposta
A1	“Eu gostei. Na minha opinião outras matérias deveriam aderir”
A2	“Uma ótima forma de interação na sala de aula entre professor e aluno”
A3	“Super bacana, gostaria que outros professores aderissem essa metodologia”
A4	“Esta nova metodologia foi muito satisfatória, pois deixou a aula mais dinâmica e fez com que todos os alunos participassem”
A5	“Foi uma experiência ótima e bem diferente do que já tínhamos presenciado. A praticidade, a interação e a dinâmica favoreceram muito para nosso aprendizado sobre ondulatória e, além de tudo, ainda nos divertimos bastante nas aulas. Parabênzo e agradeço ao professor por nos proporcionar isso”
A6	“Essa nova metodologia é excelente e me ajudou bastante em compreender o assunto”
A7	“Achei essa experiência muito satisfatória, pois tirou a monotonia do professor só escrever no quadro e os alunos só copiarem, deixou a aula bem dinâmica”
A8	“Foi muito legal, super divertido. Aprendi mais do que se fosse em aulas normais. Um ótimo projeto que deveria ser adotado pelas escolas”
A9	“Foi muito bom ter participado desse projeto e gostaria que ele continuasse também no próximo ano”

Quadro 7 – Coleta de algumas respostas referente a expectativa da pergunta 15. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2018.

As respostas mostradas no quadro 7 mostra uma boa aceitação da metodologia entre os alunos, alguns alunos sugerem inclusive que essa metodologia seja aplicada em outras disciplinas. Há também comparações com a metodologia tradicional, e nessas os

alunos declaram ter mais afinidade às aulas na modalidade sala de aula invertida. Dessa forma, o reconhecimento dos alunos na saída da monotonia das aulas tradicionais e a necessidade de uma metodologia nova para que prenda a atenção e conseqüentemente um maior nível de aprendizado.

No final da aplicação do projeto foi proposto uma atividade avaliativa, contida no anexo B, tanto para a turma A quanto para a turma B. Na turma A foi aplicada a metodologia ativa da sala de aula invertida, enquanto que na turma B foi aplicada a metodologia tradicional.

A primeira avaliação foi aplicada 20/11/2018 em ambas as turmas ao mesmo tempo. No gráfico 15, referente a turma A e no gráfico 16 referente a turma B. Nesses estarão representadas a nota dessa primeira avaliação como nota 1. Essa avaliação foi reaplicada no dia 06/02/2019 da mesma forma da primeira avaliação. Assim, no gráfico 15 e 16 estarão representadas a nota dessa segunda avaliação como nota 2.

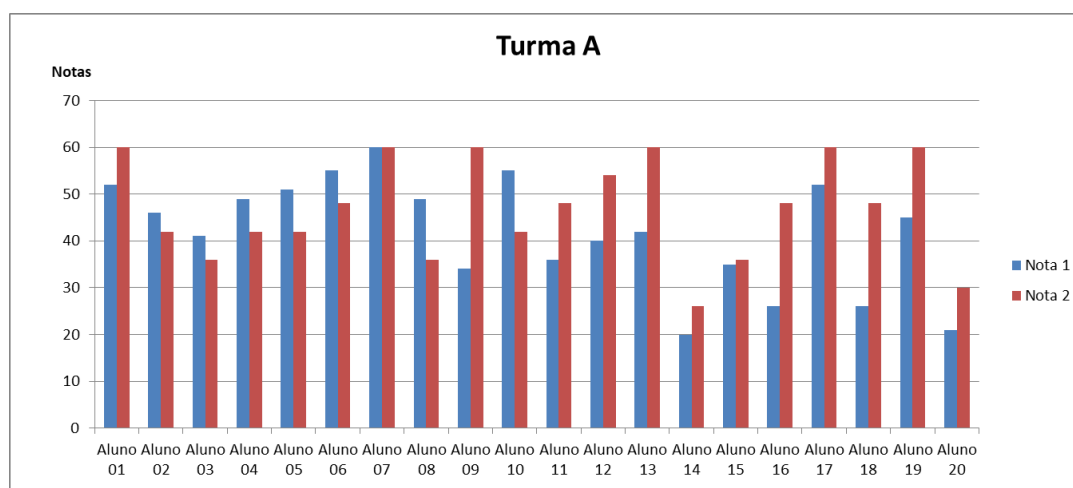


Figura 38—Gráfico da análise da avaliação 1 e 2 na turma A. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2019.

De acordo com o gráfico da Fig. 38 as notas da turma A que tiveram a aplicação da metodologia ativa foi significativo. Essa avaliação tinha como nota máxima 6.0 pontos, assim analisando o gráfico fica evidente que o aluno 7 foi o único que conseguiu nota máxima tanto na primeira quanto na segunda avaliação. Já os alunos 6 e 10 ficaram próximo de obter a nota máxima na nota 1. Analisando as notas 2 pode-se perceber teve um pequeno aumento em relação a nota 1.

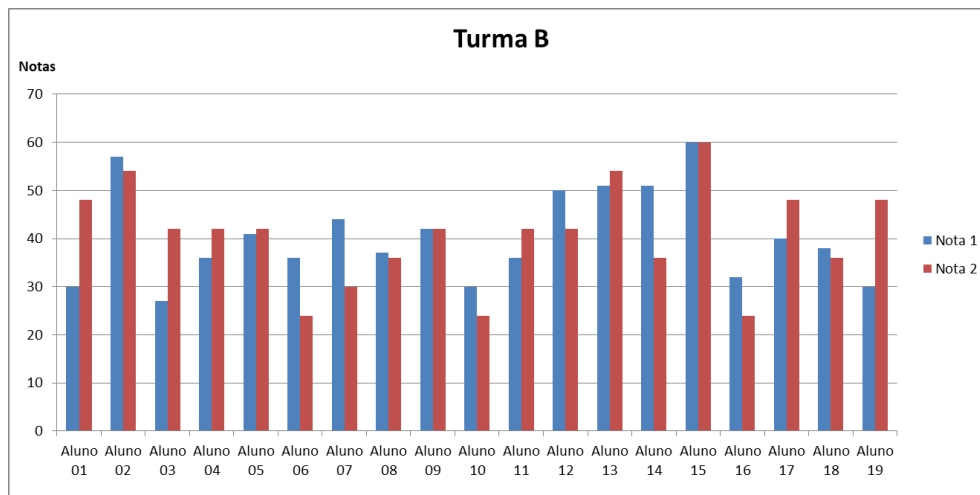


Figura 39–Gráfico da análise da avaliação 1 e 2 na turma B. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2019.

De acordo com o gráfico da Fig. 39 as notas da turma B que tiveram a aplicação da metodologia tradicional. Essa avaliação tinha como nota máxima 6.0 pontos, assim analisando o gráfico fica evidente que o aluno 15 foi o único que conseguiu nota máxima tanto na primeira quanto na segunda avaliação. Já o aluno 2 ficou próximo de obter a nota máxima na primeira avaliação. Analisando as notas 2 pode-se perceber que o aluno 2 teve uma pequena perda, mas ainda continuou próximo a nota máxima. Já o aluno 13 teve um pequeno aumento em relação a nota 1.

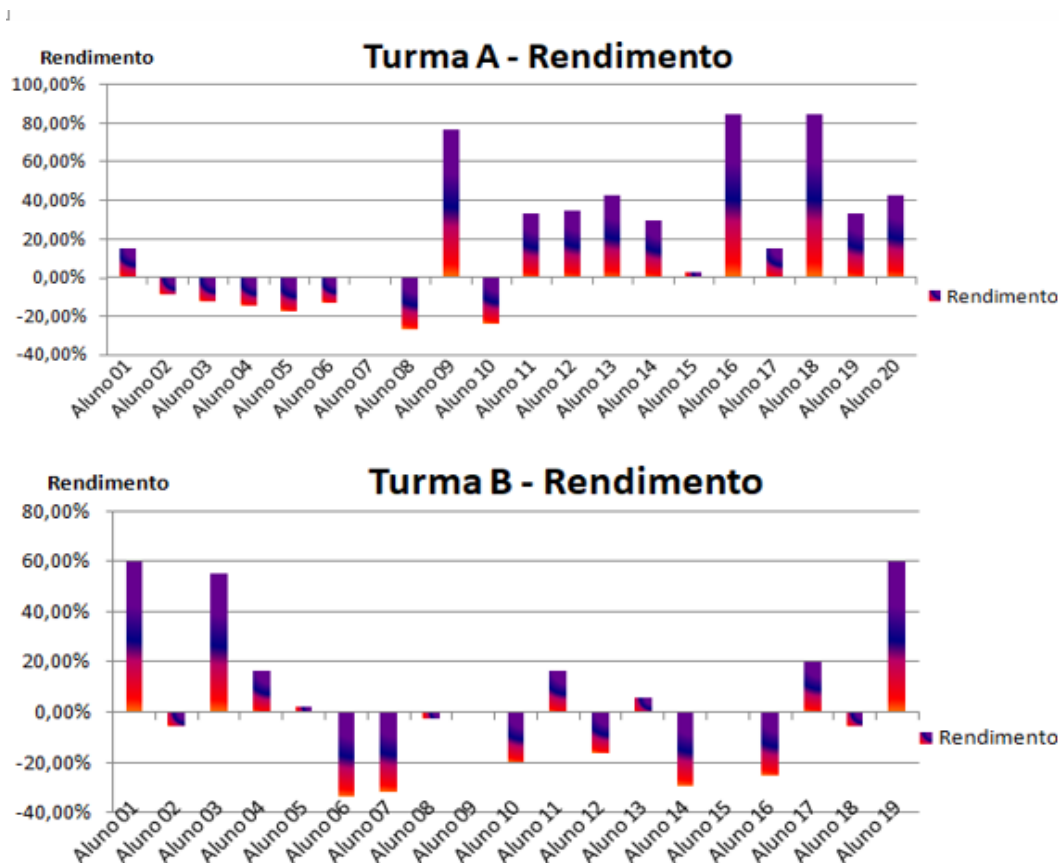


Figura 40–Gráfico da análise do rendimento e verificação da aprendizagem da turma A e B. **Fonte:** Leandro Arrilton, 2019.

No final do projeto foi possível fazer um levantamento do rendimento de aprendizagem das turmas A e B, assim podendo verificar o grau de assimilação dos conteúdos de Ondas. Então foi calculado um coeficiente de verificação de aprendizagem (CVA), por meio da razão da nota da segunda prova (P2) em relação a primeira (P1). De acordo com a fórmula a seguir,

$$CVA = \frac{P2}{P1} \quad \text{Eq.2}$$

O CVA irá funcionar da seguinte forma, se o estudante obtiver o CVA igual a 1, então o mesmo não terá tido ganho e nem perda. De acordo com o gráfico da Fig. 40 o aluno 7 da turma A e os alunos 9 e 15 da turma B não houve alteração da verificação da aprendizagem durante o projeto. Se o estudante obtiver o CVA inferior a 1, então o mesmo não terá adquirido conhecimento relativo ao longo do período de avaliação. Assim, na turma A houver 7 perdas, enquanto na turma B ocorreram 9 perdas. E por fim, se o estudante obtiver o CVA maior que 1, então o mesmo teve um ganho

significativo durante o intervalo de tempo entre as aplicações das avaliações. Dessa forma, na turma A houve 12 ganhos, enquanto na turma B ocorreram 8 ganhos.

Conclusão

Neste projeto foi apresentada uma nova forma de ensino de ondas a qual se deu através de metodologias ativas, onde o estudante passa a ter um papel mais ativo dentro do processo de ensino-aprendizagem. Para tanto, foi utilizado o modelo de ensino híbrido na sua modalidade de sala de aula invertida, onde foram utilizados mecanismos como o uso intenso das TICs e a experimentação.

A proposta através da metodologia ativa consiste em tirar o professor como detentor absoluto do conhecimento e colocá-lo em uma posição de mediador do ensino de Ondas. Dessa forma, para que o projeto tivesse efeito positivo o aluno teve que assumir o papel colaborativo para que a aula pudesse acontecer. Durante os encontros para a execução do projeto, observou-se que o ponto crucial foi a utilização das ferramentas tecnológicas no processo de ensino e através delas o estudante teve a oportunidade de trabalhar com situações cotidianas que envolvesse o ensino de Ondas.

Com o passar das aulas foi observado o engajamento e a participação ativa dos alunos. Então, pôde-se notar o entusiasmo e a dedicação da turma para que o projeto fluísse. Esses sentimentos são elementos essenciais para se desenvolver o senso investigativo, as habilidades e as competências que a ondulatória exige.

A maioria dos estudantes ficaram motivados com as videoaulas disponíveis no canal “Física no Alvo”, onde os mesmos tinham acesso prévio aos conteúdos das aulas que iam acontecer. Assim, a metodologia aplicada concomitante com o aporte das novas TIC's contribuiu de forma eficaz com o processo de ensino-aprendizagem.

Diante do exposto, os dados analisados no capítulo anterior refletem que o projeto foi válido, no entanto, percebe-se uma diferença significativa entre a metodologia ativa em relação à tradicional.

Corriqueiramente observa-se professores saturados dentro de sala de aula, tanto pela carga horária excessiva, quanto com as burocracias escolares. Em decorrência disso, esses professores em várias situações não conseguem tempo ou disposição para preparar uma aula desse alcance utilizando metodologias ativas. Então, este projeto teve como finalidade melhorar o ensino de Ondas através de uma sequência de aulas proposta para que o professor possa utilizá-la. Este trabalho também fornece ao professor orientações de usos do *Youtube* com as videoaulas de Ondas, os formulários do *Google classroom*, os estudos dirigidos e as sugestões de experimentação que podem ser desenvolvidas em suas aulas. Lembrando que todo esse material produzido serve

como modelo básico para que o professor tenha a liberdade de adaptá-lo de acordo com sua realidade.

Por fim, o projeto foi válido uma vez que pôde contribuir com uma nova visão do ensino de Ondas. Lembrando que o ensino é algo dinâmico que está sempre se modificando com o passar de novas técnicas de ensino assim como as novas metodologias.

Referências

_____. **Blendedlearning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida.** Educar em Revista. São Paulo, n. 4, p. 79-97. 2014. Disponível em: <<https://www.pucpr.br/wp-content/uploads/2017/10/flipped-classroom.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2018.

_____. **Os 4 pilares do aprendizado com sala de aula invertida.** Disponível em: <<http://noticias.universia.com.br/destaque/noticia/2017/06/27/1153743/4-pilares-aprendizado-sala-aula-invertida.html>>. Acesso em: 10 de abril de 2018.

_____, Secretaria de Estado da Educação. **PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS DE EDUCAÇÃO.** 3ª ed. Brasília, 2001.

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de; RUBIM, Lígia Cristina Bada. **O papel do gestor escolar na incorporação das TIC na escola: experiências em construção e redes colaborativas de aprendizagem.** São Paulo: PUC-SP, 2004.

ALONSO, Marcelo. **Física: um curso universitário, v. 2 Campos e ondas.** São Paulo: Blucher, 2015.

BACICH, Lilian, NETO, Adolfo Tanzi. TREVISANI, Fernando de Mello. **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação.** Porto Alegre: Penso 2015.

BERGMANN, Jonathann; SAMS, Aaron. **Sala de aula invertida – uma metodologia ativa de aprendizagem.** 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

BERGMANN, Jonathann. **Aprendizagem invertida para resolver o problema do dever de casa.** Porto Alegre: Penso, 2018.

Celular não pega no seu bairro? Entenda por que isso acontece. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/tecnologia/noticias/redacao/2018/01/16/celular-nao-pegano-seu-bairro-entenda-por-que-isso-acontece.htm>>. Acesso em: 19 set. 2018.

Como afinar um violão. Disponível em: <https://www.google.com/search?hl=ptBR&biw=1366&bih=604&tbm=isch&sa=1&ei=VzTwXJvCC6_A5OUP9o6psAc&q=wikihow+viol%C3%A3o&oq=Wikihow+viol&gs_l=img.1.0.35i39j0i24.2780.4212..5746...0.0..0.145.659.0j5.....0....1..gswizimg.....0j0i67j0i8i30i19j0i8i30.CfQpNLhIFoo#imgrc=rYo9L_knrvvWOM>. Acesso em: 18 set. 2018.

Como uma onda. Disponível em: <<https://www.letras.mus.br/lulu-santos/47132/>>. Acesso em: 19 set. 2018.

Como verificar se um controle remoto transmite sinal infravermelho. Disponível em: <<https://pt.wikihow.com/Verificar-se-um-Control-Remoto-Transmite-Sinal-Infravermelho>>. Acesso em: 17 set. 2018.

Espectograma. Disponível: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Espectograma>>. Acesso em: 17 set. 2018.

Espectro eletromagnético. Disponível em: <<http://carlamcoelho.blogspot.com/2015/10/espectro-eletromagnetico.html>>. Acesso em: 17 set. 2018.

EDUCAUSE: Things you should know about flipped classrooms. 2012. Disponível em: <<http://net.educause.edu/ir/library/pdf/eli7081.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2018.

EDUCATION OVERVIEW. Disponível em: <http://www.goascent.com/iclicker-education.php?fbclid=IwAR3OJPNojJ_myIrotkfJ2GuldhxPIsdHf2CnP_2X5t1amP61icCdcg3Lm8g>. Acesso em: 10 jul. 2018

Física no Alvo. Disponível em: <<https://www.youtube.com/channel/UChr6KMwApri4nXdrKH31V4A>>. Acesso em: 02 set. 2018.

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

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física– Ondas, Óptica e Termodinâmica.** São Paulo: Ática, 2013.

GASPARIN, JOÃO LUIZ. Controle (Sem Medo) e modificação do comportamento em situação escolar. Revista de Psicologia PSICO, Porto Alegre: n.9, s/e, 1976.

GIANOLLA, R. M. **Informática na educação: representações sociais do cotidiano.** São Paulo: Cortez, 2006.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física: gravitação, ondas e termodinâmica.** 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

HELOU, GUALTER E NEWTON. **Tópicos de Física, Vol. 02,** 19ª Ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2014.

HONÓRIO, Hugo Luiz Gonzaga. **Sala de Aula Invertida: uma abordagem colaborativa na aprendizagem de matemática – estudos iniciais.** In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 20., 2016, Curitiba. **Encontro.** Paraná: Ufjf, 2016. p. 1 - 12.

HORN, Michael B.; STAKER, Heather. **Blended: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação.** Porto Alegre: Penso 2017.

KOPP, Sacha. EBBLER, John and RESTAD, Penne. **Flippingyourclass: roles and expectations.** Online. Disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=Lqc1jV_x83A>. Acesso em: 10 abril de 2018.

Mago da Física – Polarização (Como obter um polarizador). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=WQo9tGUEcTc&t=40s>>. Acesso em: 10 out. 2018.

Máquina de ondas. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=XKpmQiEJcQ&t=22s>>. Acesso em: 05 out. 2018.

MAP. Plickers – Questionários para avaliação formativa. AESC – TEC. Disponível em: <<http://aesc-tec.blogspot.com.br/2016/06/plickers.html>>. Acesso em: 26 nov. 2017.

MAZUR, Eric. **Peer Instruction: a revolução da aprendizagem ativa.** Porto Alegre: Penso. 2015.

MORAN, José. **Mudando a educação com metodologias ativas. Coleção Mídias Contemporâneas.** Convergências Midiáticas, Educação e Carlos Alberto de Souza e Ofélia Elisa Torres Morales (orgs.). **Cidadania: aproximações jovens.** Disponível em: <<http://www.uepg.br/proex/Home/ebook.html>>. Acesso em: 30 jun. 2018.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de aprendizagem.** São Paulo: E.P.U., 2017.

MUNHOZ, Antônio Siemsen. **Vamos inverter a sala de aula?** 1. ed. Joinville: Clube de Autores, 2015.

NUSSENZVEIG, H.M., **Curso de Física básica – vol. 2.** São Paulo: Blucher, 2002.

O espectro sonoro. Disponível em: <http://www.aulas-fisica-quimica.com/8f_07.html>. Acesso em: 17 set. 2018.

OLIVEIRA, Marta Kohl. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico.** 4. ed. São Paulo: Scipione, 2002, P. 26.

OLIVEIRA, Maria Marly. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

OLIVEIRA FILHO, Vicente Henrique de. **As novas tecnologias e a mediação dos processos de ensino-aprendizagem na escola.** 2010. Disponível em: <http://www.ufpi.br/subsiteFiles/ppged/arquivos/files/VI.encontro.2010/GT.17/GT_17_03_2010.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2018.

Onda estacionária em cordas. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=jplFqvqW6V8>>. Acesso em: 07 out. 2018.

RAMALHO, NICOLAU E TOLEDO. **Os Fundamentos da Física, Vol. 02,** 11ª Ed. São Paulo: Editora Moderna, 2015.

Refração de um feixe de luz laser na água. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=KVCsXIVtn18>>. Acesso em: 09 out. 2018.

Sala de aula invertida: Uma abordagem para combinar metodologias ativas e engajar alunos no processo de ensino-aprendizagem. Disponível em: <https://nte.ufsm.br/images/PDF_Capacitacao/2016/RECURSO_EDUCACIONAL/Material_Didatico_Instrucional_Sala_de_Aula_Invertida.pdf>. Acesso em: 10 set. 2018.

Silva, F. L., & Zilber, S. N. (2016). **Inovação Disruptiva no setor de distribuição de energia elétrica.** XI SEMEAD-FEA/USP, São Paulo, SP, Brasil.

Smart TVs, videogames e aparelhos externos permitem a ligação da televisão com a internet. Disponível em: <<https://www.terra.com.br/noticias/tecnologia/inovacao/saiba-como-conectar-a-tv-para-ver-videos-da-web-no-sofa,c000697c1f1b7410VgnVCM10000098cceb0aRCRD.html>>. Acesso em: 17 set. 2018.

TIPLER, Paul Allen. **Física para cientistas e engenheiros, volume 1: mecânica, oscilações e onda, termodinâmica.** Rio de Janeiro: LTC, 2016.

Telefone de copos. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=PArIr5GtEvQ>>. Acesso em: 05 out. 2018.

Ultrassom. Disponível em: <<http://clinicagestus.com.br/ultrassom/>>. Acesso em: 17 set. 2018.

VALENTE, J. A. **Informática na Educação: uma questão técnica ou pedagógica?** N° 9. Porto Alegre: Pátio, 2012

VALENTE, José Armando. **O computador e o conhecimento – repensando a educação.** 2. ed. São Paulo: UNICAMP, 1993.

VALENTE, J. A. **Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida.** Educar em Revista Edição Especial n. 4/2014, p. 79-97. Curitiba: Editora UFPR, 2014.

Vivo deixa usuários sem sinal por mais de 24 horas em cinco municípios da região. Disponível em: <<https://www.folhadovale.net/vivo-deixa-usuarios-sem-sinal-por-mais-de-24-horas-em-cinco-municipios-da-regiao.html>>. Acesso em: 19 set. 2018.

VYGOTSKY, L.S. *Psikhologiya* (1986). Reimpresso em: **Concrete humanpsychology.** SovietPsychology, v.27, n°2, pp. 57-59, Moscow: MoscowUniversity, 1989.

VYGOTSKY, L.S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** 6. ed., São Paulo: Livraria Martins Fontes, 1998

ZABALA, Antoni., **A prática educativa: como ensinar.** Trad. Ernani F. da Rosa – Porto Alegre: ArtMed, 1998.

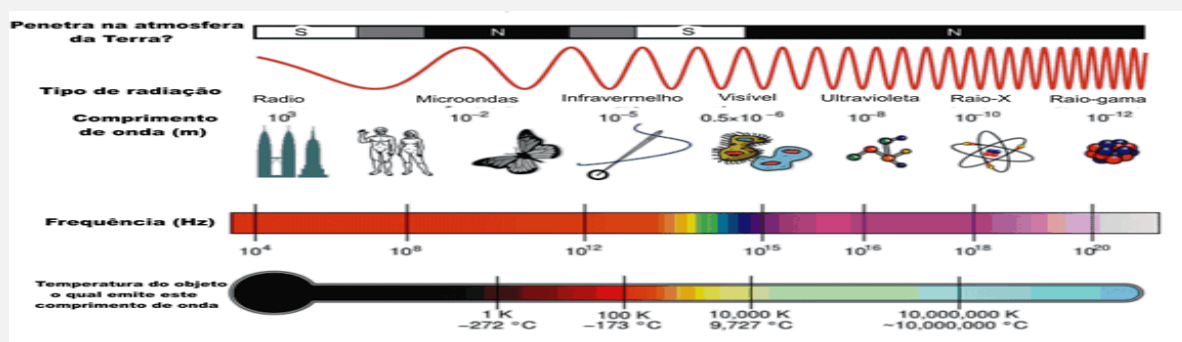
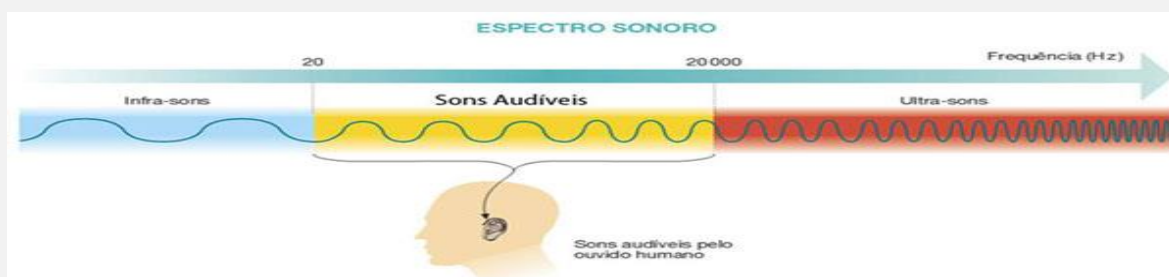
Apêndice A – Estudo Dirigido

	Aluno (a):					Nº
	Professor (a): <i>Leandro Arrilton</i>	Disciplina: <i>Física</i>	Série: <i>2ª</i>	Turma:	Turno:	

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

O SOM É UMA ONDA

O som é constituído de um conjunto de ondas mecânicas que podem ser percebidas pelo sistema auditivo dos seres humanos e de muitos outros animais. A velocidade de propagação das ondas sonoras depende das condições do meio em que se propagam. No ar, a 15 °C, a velocidade do som é de aproximadamente 340 m/s; na água, de 1 500 m/s; e nos sólidos, pode variar de 3 000 m/s a 6 000 m/s, dependendo da rigidez desse meio. O sistema auditivo humano é sensível às ondas sonoras que tenham frequência entre 20 Hz e 20 000 Hz, aproximadamente. Esse intervalo varia de pessoa para pessoa e de acordo com a idade de cada um. Se a frequência for menor que 20 Hz, essa onda será denominada **infrassom**. Se a frequência da onda for maior que 20 000 Hz, ela será chamada de **ultrassom**. Ultrassons e infrassons não são ouvidos por seres humanos. Porém, alguns ultrassons podem ser ouvidos por animais, como o cachorro, o golfinho ou o morcego.



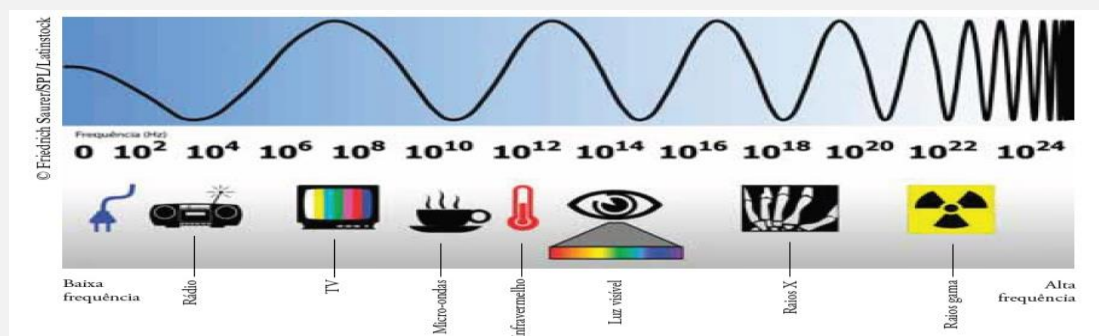
O uso de ultrassom é muito comum na Medicina. Como exemplo, podemos citar as primeiras “fotografias” de um bebê. Nesse caso, ondas sonoras com frequência acima de 20 000 Hz são enviadas através do abdômen da gestante. Essas ondas refletem no feto e originam sinais que, captados por um dispositivo apropriado, produzem imagens em um monitor de vídeo. Os pais recebem o resultado dos exames com as primeiras “fotografias” do bebê.



A LUZ É UMA ONDA

A luz, que é uma onda eletromagnética, só pode sensibilizar nosso sistema visual se tiver sua frequência compreendida entre 4.10¹⁴ Hz e 8.10¹⁴ Hz, aproximadamente. Nessa faixa, na ordem crescente de frequências, encontramos as cores vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta, que formam as sete cores principais que observamos no arco-íris.

As frequências logo abaixo dos 4.10¹⁴ Hz são denominadas **infravermelhas** e as logo acima dos 8.10¹⁴ Hz, **ultravioleta**.



A diferença entre as ondas eletromagnéticas que podemos “enxergar” (luz visível) e as ondas de rádio, por exemplo, está principalmente na frequência. A propagação de todas as ondas eletromagnéticas se faz no vácuo a uma velocidade próxima de 300 000 km/s. Em meios materiais, essa propagação é feita a velocidades menores, e os valores dependem do meio transparente e da frequência da onda.



O controle remoto de um aparelho eletrônico utiliza ondas eletromagnéticas (raios infravermelhos) para enviar sinais que provocam alterações no funcionamento do aparelho: aumentar ou diminuir a intensidade do som e mudar de canal (em um aparelho de TV), entre outras.

RESPONDA DE ACORDO O TEXTO!

1. Em qual meio a velocidade do som se propaga mais rapidamente? Dê exemplos do cotidiano?


2. De acordo com o texto a velocidade de propagação do som no aço é maior do que na água?

3. A voz humana é produzida pelas vibrações de duas membranas (as cordas vocais), que entram em vibração quando o ar proveniente dos pulmões é forçado a passar pela fenda existente entre elas. As cordas vocais das mulheres vibram, em geral, com frequência mais alta do que as dos homens, determinando que elas emitam sons agudos (voz "fina"), e eles, sons graves (voz "grossa").

De acordo com o texto e enunciado acima, a voz fina características do som feminino e a voz grossa características dos homens está localizado em qual faixa de frequência?

4. Porque não conseguimos enxergar os raios infravermelhos enviados pelo controle remoto da TV e entre outros aparelhos eletrônicos?

5. De acordo o texto o que caracteriza as ondas de baixa e alta frequência? Quais as ondas capazes de prejudicar a nossa saúde e por que?

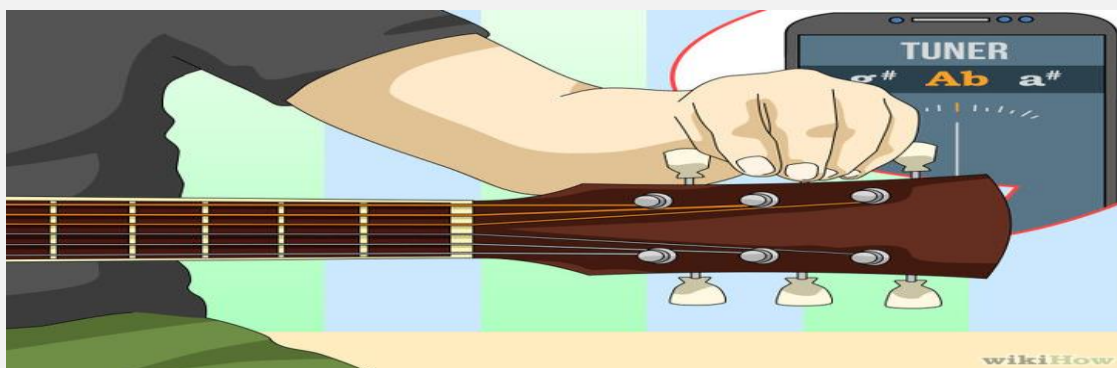
	Aluno (a):	Nº		
	Professor (a): <i>Leandro Arrilton</i>	Disciplina: <i>Física</i>	Série: <i>2ª</i>	Turma:

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

A FÍSICA E O VIOLÃO

Quem não gosta de ouvir uma boa música? Existem músicas para todos os gostos. O som musical, em geral, é aquele que se apresenta de forma agradável aos nossos ouvidos, cuja onda sonora apresenta certa regularidade. Instrumentos musicais são dispositivos que produzem esse tipo de som.

Se pararmos para pensar um pouco, podemos enumerar um grande número de instrumentos de corda: violão, violino, piano, harpa, guitarra, contrabaixo, etc. Nesses instrumentos, o som é produzido a partir de cordas, que quando acionadas provocam compressões e rarefações no ar, chamadas ondas sonoras. Também chamada de cordas vibrantes, as cordas dos instrumentos musicais, quando vibram produzem ondas transversais que, superpondo-se às refletidas nas extremidades, originam uma onda estacionária



Para afinar o violão tem que aumentar ou diminuir a tensão aplicada nas cordas, girando as tarraxas ou cravelhas. Se alterarmos a tensão na corda, alteramos também a velocidade V da propagação da onda. Pode-se mostrar que a velocidade de propagação de uma onda transversal na corda de um violão é dada por: (Equação de Taylor)

$$v = \sqrt{\frac{T}{\rho}}$$

Onde a ρ é a densidade linear da corda é a relação entre a massa (m) e o comprimento (L) da corda, ou seja:

$$\rho = \frac{m}{\ell}$$

As unidades de densidade linear são: kg/m (no SI) e g/cm (no CGS).

Como no violão todas as cordas têm o mesmo comprimento, então quanto mais grossa e pesada for à corda, maior é a sua densidade linear e conseqüentemente menor será a sua velocidade. Portanto, menor a frequência. Utilizando a relação $V = \lambda \cdot F$ verificamos que a frequência é diretamente proporcional a velocidade.

De acordo com os seus conhecimentos sobre a ondulatória. Porque as cordas grossas emitem sons graves e as cordas finas sons agudos?

Aluno (a):

Nº

Professor (a):

Leandro Arrilton

Disciplina:

Física

Série:

2ª

Turma:

Turno:

Texto 1:**É Possível falar no telefone em baixo d'água?**

Essa fotografia bem interessante mostra um homem falando ao telefone celular... de baixo d' água! Tal situação é inviável, lá que a água danificaria o aparelho. No entanto, fisicamente isso poderia ocorrer. As ondas eletromagnéticas recebidas e emitidas pelo celular passam do ar para interior da água e da água para o ar.

**Texto 2:****A procura de Sinal**

A telefonia celular é um dos serviços que mais crescem no mundo. No Brasil, o número de aparelhos celulares já ultrapassou o de telefones fixos. A principal característica da telefonia celular é a mobilidade, ou seja, com ela o usuário consegue estabelecer contatos telefônicos mesmo em deslocamento. Isso é possível porque a comunicação é feita sem o emprego de fios, utilizando-se de ondas eletromagnéticas de frequência compreendida entre 1 GHz e 3 GHz. O sistema celular é formado por três componentes: a estação móvel, que é o telefone celular propriamente dito, a estação de rádio base, que é a antena responsável pelo encaminhamento das ligações, e a central de comutação e controle, que é o cérebro do sistema, responsável pelo gerenciamento das chamadas e pela conexão com outras estações de rádio base. O atual estágio da telefonia celular permite que um telefone dentro de sua área de cobertura seja localizado mesmo no interior de veículos (carros, ônibus, trens, etc.), contidos em bolsos de roupas ou dentro de malas ou sacolas.



Pessoa procurando sinal da telefonia

Texto 3:**Lulu Santos - Como uma Onda**

Música enviada por: Letras de Músicas

Nada do que foi será
De novo do jeito que já foi um dia
Tudo passa
Tudo sempre passará

A vida vem em ondas
Como um mar
Num indo e vindo infinito

Tudo que se vê não é
Igual ao que a gente
Viu há um segundo
Tudo muda o tempo todo
No mundo

Não adianta fugir
Nem mentir
Pra si mesmo agora
Há tanta vida lá fora
Aqui dentro sempre
Como uma onda no mar
Como uma onda no mar
Como uma onda no mar

Nada do que foi será
De novo do jeito
Que já foi um dia
Tudo passa
Tudo sempre passará

A vida vem em ondas
Como um mar
Num indo e vindo infinito

Tudo que se vê não é
Igual ao que a gente
Viu há um segundo
Tudo muda o tempo todo
No mundo

Não adianta fugir
Nem mentir pra si mesmo agora
Há tanta vida lá fora
Aqui dentro sempre

Como uma onda no mar
Como uma onda no mar
Como uma onda no mar
Como uma onda no mar
Como uma onda no mar

RESPONDA DE ACORDO OS TEXTOS!



1. De acordo com o primeiro texto, qual é o fenômeno envolvido na situação descrita e quais as características que alteram e permanecem constantes.

2. De acordo com o segundo texto, quais os fenômenos ondulatórios envolvidos para que seja detectada das ondas de celular.

3. Ao assistir o vídeo da música “*Como uma onda*”, você se depara com vários tipos de ondas; tendo em vista tudo que estudamos relativo ao tema, cite os tipos de ondas que presenciamos ao assistir o vídeo?

4. A letra da música “*Como uma onda*” menciona um tipo de onda entre os vários tipos que estudamos, diga qual o tipo de onda e caracterize essa onda quanto a sua natureza, dimensão e vibração-propagação.

Apêndice B – Atividades Avaliativas

	Aluno (a):	Nº		
	Professor (a): <i>Leandro Arrilton</i>	Disciplina: <i>Física</i>		Série: <i>2ª</i>

Caro aluno,

Esta atividade tem objetivo identificar se o estudante consultou os materiais disponibilizados previamente, assim como diagnosticar o grau de assimilação da turma em relação à primeira videoaula que está disponível no canal Física no Alvo.

1. De acordo com a propriedade fundamental da onda:

- Toda onda transmite energia e matéria.
- A onda só transfere energia de um ponto a outro
- A onda só transfere matéria durante a sua propagação
- Nenhuma das alternativas acima

2. Uma onda é considerada bidimensional quando ela se propaga:

- No espaço, como a luz.
- Em uma corda flexível
- Na superfície da água
- Nenhuma das alternativas acima

3. Analise as alternativas abaixo, qual delas não é considerada exemplos de ondas mecânicas?

- Ondas marítimas.
- Ondas sísmicas.
- Ondas sonoras.
- Nenhuma das alternativas acima.

4. Todas as ondas eletromagnéticas são visíveis?

- Sim.
- Não.


5. De acordo com os seus conhecimentos prévios sobre a natureza das ondas. Marque corretamente!


1. Ondas mecânicas.
2. Ondas eletromagnéticas.

Onda na água	Ondas de rádio	Ondas na corda	Raios X
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Qual a sua nota em relação ao nível de satisfação da videoaula sobre os conceitos iniciais de Ondulatório?

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim

	Aluno (a):	Nº:		
	Professor (a): <i>Leandro Arrilton</i>	Disciplina: <i>Física</i>	Série: <i>2ª</i>	Turma:



Caro aluno,

Esta atividade tem objetivo identificar se o estudante consultou os materiais disponibilizados previamente, assim como diagnosticar o grau de assimilação da turma em relação à segunda videoaula que está disponível no canal Física no Alvo.

1. De acordo com as ondas longitudinais:

- A direção de vibração é perpendicular a sua propagação.
- A propagação da onda é nula quando passa a oscilar na vertical.
- A direção da em que vibram as partículas coincide com a direção de propagação.
- Nenhuma das alternativas a cima.

2. É exemplo de onda transversal:

- Som nos fluidos
- Onda em uma mola.
- A luz
- Ondas nas superfícies de um líquido.

3. A respeito das ondas transversais. Assinale a correta:


- Toda onda transversal é eletromagnética
- Toda onda eletromagnética é transversal

4. De acordo com a amplitude da onda. Marque a verdadeira.

- É à distância de duas cristas consecutivas.
- É o número de ciclos realizados em certo tempo.
- É à distância de uma crista ou vale ao nível de equilíbrio.
- Nenhuma das alternativas a cima.

5. O comprimento de uma onda é?

- A distância entre a crista e vale da onda.
- É a distância entre duas cristas ou dois vales consecutivos.
- A distância da crista ao ponto de equilíbrio.
- Nenhuma das alternativas acima.

	Aluno (a):	Nº:		
	Professor (a): <i>Leandro Arrilton</i>	Disciplina: <i>Física</i>	Série: <i>2ª</i>	Turma:

MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

Caro aluno,

Esta atividade tem objetivo identificar se o estudante consultou os materiais disponibilizados previamente, assim como diagnosticar o grau de assimilação da turma em relação à terceira videoaula que está disponível no canal Física no Alvo.

1. Sobre a reflexão de ondas:

- A frequência é alterada durante a sua propagação.
- Sendo uma de suas extremidades fixa, a reflexão é sem inversão de fase.
- Adotando uma de suas extremidades móveis a reflexão é com inversão de fase
- A frequência, a velocidade e o comprimento de onda não se alteram.

2. De acordo com a refração de ondas:

- Na refração sua frequência é alterada
- Ao passar de um meio para outro a onda nunca sofre desvio.
- A velocidade da onda ao passar para outro meio é a mesma
- A sua frequência nunca se altera

3. A difração tem:


- A capacidade de mudar de meio com índice de refração diferente.
- A velocidade alterada ao passar para outro meio.
- A capacidade de contornar uma parede.
- Nenhuma correta.


4. Sobre a reflexão de pulsos:

- Na extremidade fixa não ocorre a inversão de fase
- Na extremidade fixa ocorre a inversão de fase
- Na extremidade livre ocorre a inversão de fase
- Nenhuma correta

5. Sobre o fenômeno da polarização:

- Somente ondas longitudinais podem ser polarizadas.
- A onda tem que ter frequência nula.
- O som pode ser polarizado.
- Somente ondas transversais podem ser polarizadas.

	Aluno (a):	Nº:		
	Professor (a): <i>Leandro Arrilton</i>	Disciplina: <i>Física</i>	Série: <i>2ª</i>	Turma:




Caro aluno,

Esta atividade foi baseada no **método *PeerInstruction***, instrução por pares. De acordo com esse método os testes devem ser elaborados de forma conceitual e conter questões de múltipla escolha de forma clara e de nível mediano. A seguir as questões referente a primeira aula.

- Quando uma onda se propaga de um local para outro, necessariamente ocorre:
 - Transformação de energia.
 - Movimento de matéria.
 - Transporte de energia.
 - Transporte de matéria e energia.
- Das ondas citadas a seguir, qual delas não é onda eletromagnética:
 - Infravermelho.
 - Radiação gama.
 - Ondas luminosas.
 - Ultrassom.
- Qual das ondas a seguir não se propaga no vácuo:
 - Ondas de rádio.
 - Micro-ondas.
 - Ondas de sonar.
 - Ondas de calor (Raios infravermelhos).
- Dentre das alternativas a seguir, indique aquelas que apresenta exemplo (s) de propagação de uma onda mecânica:
 - O som no ar.
 - A luz na água.
 - As ondas de rádio.
 - Os raios x.

- A) O som é mais rápido que a luz.
- B) O som não se propaga no vácuo.
- C) A luz interfere diretamente nas explosões.
- D) A frequência das ondas luminosas é muito alta.
6. Todas as ondas abaixo podem se propagar no vácuo, exceto:
- A) Os raios x.
- B) Os ultrassons.
- C) Os raios laser.
- D) As ondas de rádio.
7. O som não se propaga no vácuo porque:
- A) É uma onda longitudinal.
- B) É uma onda mecânica.
- C) Não é tridimensional.
- D) É uma onda eletromagnética.
8. Em qual das alternativas as radiações eletromagnéticas mencionadas encontram-se em ordem crescente de frequências:
- A) Luz visível, raio x e infravermelho.
- B) Raio x, infravermelho e onda de rádio.
- C) Raio gama, micro-ondas e raio x.
- D) Ondas de rádio, luz visível e raio x.
9. Um filme de ficção mostra uma cena em que o piloto de uma nave espacial vê e escuta, simultaneamente, uma explosão que ocorre no espaço interestrelar. Na vida real, esta cena não pode ocorrer, pois de acordo com a Física:
- A) O piloto poderia ver e escutar, mas não simultaneamente.
- B) O piloto poderia escutar, mas não veria a explosão.
- C) O piloto poderia ver e escutar simultaneamente a explosão.
- D) O piloto poderia ver, mas não escutar a explosão.
10. Sobre as ondas sonoras, é correto afirmar que não se propagam:
- A) Na atmosfera.
- B) Na água.
- C) No vácuo.
- D) Nos meios metálicos.

 INSTITUTO REIS MAGOS	Aluno (a):	Nº:		
	Professor (a): <i>Leandro Arrilton</i>	Disciplina: <i>Física</i>	Série: <i>2ª</i>	Turma:

MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Caro aluno,

Esta atividade foi baseada no **método *PeerInstruction***, instrução por pares. De acordo com esse método os testes devem ser elaborados de forma conceitual e conter questões de múltipla escolha de forma clara e de nível mediano. A seguir as questões referente a segunda aula.

1. No vácuo, todas as ondas eletromagnéticas têm:

- A) Mesma frequência.
- B) Mesma amplitude.
- C) Mesmo comprimento de onda.
- D) Mesma velocidade de propagação.

2. Dos tipos de ondas citadas a seguir, qual é longitudinal?

- A) Ondas em cordas tensas.
- B) Ondas luminosas.
- C) Ondas sonoras se propagando no ar.
- D) Ultrassom.

3. Vê-se um relâmpago; depois, ouve-se um trovão. Isso ocorre porque:

- A) O som se propaga no ar.
- B) A luz do relâmpago é muito intensa.
- C) A velocidade do som no ar é de 340 m/s.
- D) A velocidade do som é menor que a da luz.

4. O som é um exemplo de onda longitudinal. Uma onda produzida numa corda é um exemplo de transversal. O que difere das ondas longitudinais das ondas transversais.

- A) A direção de propagação.
- B) A direção de vibração do meio de propagação.
- C) Comprimento de onda.
- D) Frequência.

5. Uma onda é longitudinal quando as direções de vibração e propagação:

- A) São perpendiculares.
- B) São paralelas.
- C) Formam um ângulo de 60°.

D) Formam um ângulo de 120° .

6. Analise as alternativas:

A) As ondas sonoras nos fluidos são transversais.

B) As ondas luminosas no ar ou no vácuo são longitudinais.

C) As ondas sonoras emitidas por uma corda de violão são longitudinais.

D) As ondas sonoras que se propagam através de um trilho maciço são exclusivamente transversais.

7. A distância entre duas frentes de onda consecutivas, caracteriza para esta onda:

A) O período.

B) A frequência.

C) A amplitude.

D) O comprimento de onda.

8. Uma onda transversal se propaga ao longo de uma corda. As partículas da corda se movem:

A) Perpendicularmente a direção de propagação.

B) Paralelamente a direção de propagação.

C) Dependendo do impulso inicial.

D) Sem depender do meio.

9. A velocidade de uma onda em uma corda depende:

A) Da amplitude da onda.

B) Das propriedades materiais da onda.

C) De ambas acima.

D) Nenhuma acima.


10. As ondas geradas em um forno de micro-ondas são do tipo:

A) Mecânicas e longitudinais.

B) Mecânicas e transversais.

C) Eletromagnéticas e longitudinais.

D) Eletromagnéticas e transversais

 INSTITUTO REIS MAGOS	Aluno (a):	Nº:		
	Professor (a): <i>Leandro Arrilton</i>	Disciplina: <i>Física</i>	Série: <i>2ª</i>	Turma:

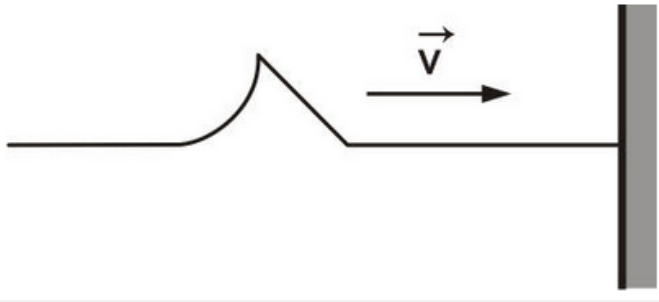
MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Caro aluno,


Esta atividade foi baseada no **método *PeerInstruction***, instrução por pares. De acordo com esse método os testes devem ser elaborados de forma conceitual e conter questões de múltipla escolha de forma clara e de nível mediano. A seguir as questões referente a terceira aula.


1. Após as ondas incidirem em uma superfície refletora, o que pode variar é:
 - A) A velocidade.
 - B) O comprimento de onda.
 - C) A fase.
 - D) A frequência.
2. Quando um feixe de luz monocromática passa do ar para a água, a grandeza que se mantém sempre constante é:
 - A) O comprimento de onda.
 - B) A intensidade do feixe.
 - C) A frequência.
 - D) A velocidade de propagação.
3. Duas pessoas conversam entre si, tendo um obstáculo de 2 m de altura entre elas. O fenômeno melhor que explica a possibilidade dessa conversa acontecer é:
 - A) Reflexão.
 - B) Refração.
 - C) Interferência.
 - D) Difração.
4. O sonar é um equipamento que, utilizando as ondas de ultrassom, permite a um navio determinar a localização de outros objetos dentro da água. O funcionamento de um sonar é baseado principalmente no fenômeno denominado:
 - A) Interferência.
 - B) Reflexão.
 - C) Refração.
 - D) Difração.
5. Sobre a polarização de ondas, pode-se afirmar corretamente que:

- A) Somente ondas transversais podem sofrer polarização.
- B) Somente ondas longitudinais podem sofrer polarização.
- C) Ondas longitudinais e transversais podem sofrer polarização.
- D) Somente ondas eletromagnéticas longitudinais podem sofrer polarização.
6. Com relação as ondas eletromagnéticas e as ondas sonoras, é correto afirmar que ambas:
- A) Se propagam no vácuo.
- B) Podem se difratar.
- C) Tem a mesma velocidade de propagação na água.
- D) São polarizáveis.
7. Quando um feixe luminoso incide sobre a superfície lisa que separa dois meios transparentes diferentes, uma parte da luz incide volta ao meio de origem da luz e outra parte penetra no segundo meio. Os fenômenos básicos envolvidos nesse comportamento:
- A) Dispersão e interferência.
- B) Refração e difração.
- C) Reflexão e refração.
- D) Interferência e polarização.
8. As ondas eletromagnéticas, como a luz visíveis e as ondas de rádio, viajam em linha reta em um meio homogêneo. Então, as ondas de rádio emitidas na região litorânea do Brasil não alcançariam a região amazônica do Brasil por causa da curvatura da Terra.
- A) Refração.
- B) Reflexão.
- C) Polarização.
- D) Interferência.
9. Quando um feixe de luz coerente incide sobre um obstáculo que possui uma pequena fenda, a luz que passa pela fenda continua se propagando em muitas direções e forma uma figura de intensidade variável. O fenômeno indicado no texto é conhecido como
- A) Reflexão.
- B) Refração.
- C) Difração.
- D) Polarização.
10. Considere uma onda se propagando em uma extremidade fixa. Qual a forma do pulso refletida na onda:



- A) Haverá reflexão sem inversão de fase.
- B) Haverá reflexão com inversão de fase.
- C) Haverá reflexão e refração sem inversão de fase.
- D) Haverá reflexão e refração com inversão de fase.

	Aluno (a):	Nº:		
	Professor (a): <i>Leandro Arrilton</i>	Disciplina: <i>Física</i>	Série: <i>2ª</i>	Turma:



Caro aluno,

Esta atividade avaliativa tem como objetivo diagnosticar o grau de assimilação da turma acerca do ensino de Ondas. Está avaliação foi aplicada nas turmas A e B.

1. Em viagens de avião, é solicitado aos passageiros o desligamento de todos os aparelhos cujo funcionamento envolva a emissão ou a recepção de ondas eletromagnéticas. O procedimento é utilizado para eliminar fontes de radiação que possam interferir nas comunicações via rádio dos pilotos com a torre de controle.

A propriedade das ondas emitidas que justifica o procedimento adotado é o fato de

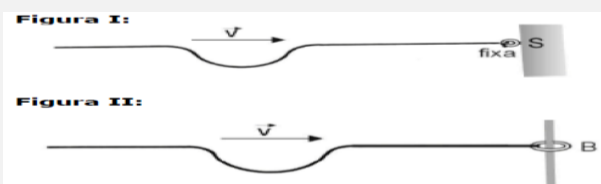
- A) terem fases opostas.
- B) serem ambas audíveis.
- C) terem intensidades inversas.
- D) serem de mesma amplitude.
- E) terem frequências próximas.

2. Um filme de ficção mostra uma cena em que o piloto de uma nave espacial vê e escuta, simultaneamente, uma explosão que ocorre no vácuo do espaço interestelar.

Na vida real, esta cena não pode ocorrer, pois, de acordo com a Física,

- A) o piloto poderia ver e escutar, mas não simultaneamente, a explosão, uma vez que as velocidades do som e da luz no vácuo são diferentes.
- B) o piloto poderia escutar, mas não veria a explosão, uma vez que a luz não se propaga no vácuo, apenas o som.
- C) o piloto poderia ver e escutar simultaneamente a explosão, uma vez que as velocidades do som e da luz no vácuo são iguais.
- D) o piloto poderia ver, mas não escutaria a explosão, uma vez que o som não se propaga no vácuo, apenas a luz.
- E) o piloto poderia escutar, mas não veria a explosão, uma vez que a luz se propaga no vácuo, apenas o som.

3. As figuras I e II representam dois pulsos que se propagam em duas cordas I e II. Uma das extremidades da corda I é fixa e uma das extremidades da corda II é livre.



Quais as formas dos pulsos refletidos em ambas as cordas?

- A) Na corda I haverá reflexão sem inversão de fase e na corda II haverá reflexão com inversão de fase.
- B) Na corda I haverá reflexão com inversão de fase e na corda II haverá reflexão sem inversão de fase.
- C) Nas cordas I e II haverá reflexão com inversão de fase.
- D) Nas cordas I e II haverá reflexão sem inversão de fase.
- E) Reflexão é uma propriedade que não ocorre numa corda.

4. O telefone de latinha é uma brincadeira muito antiga. Consiste de duas latas com um furo no fundo de cada uma e um barbante longo com as extremidades presas nesses furos. Com o barbante esticado, se uma pessoa falar com a boca próxima a uma das latas, outra pessoa pode escutar colocando o ouvido próximo da outra lata.



A respeito do observado nessa brincadeira, perceberemos que:

- A) o som pode se propagar pelo barbante porque se trata de uma onda mecânica.
- B) o som propaga-se apenas pelo barbante e não pelo ar.
- C) quanto mais tenso o barbante estiver, mais lento o som propaga-se por ele.
- D) mesmo variando a tensão do barbante, não variará o comprimento da onda sonora que se propaga por ele.
- E) o telefone celular utiliza o mesmo princípio do telefone de latinha para transmitir o som.

5. O fenômeno da polarização da luz é explorado em várias situações da vida diária. Usam-se polaróides em máquinas fotográficas e óculos de sol. Com relação ao fenômeno da polarização, é correto afirmar que o mesmo pode ocorrer:

- A) somente com ondas eletromagnéticas.
- B) somente com ondas transversais.
- B) somente com ondas longitudinais.
- D) somente com a luz branca.
- E) com qualquer tipo de onda.

6. Eco é um fenômeno sonoro bem interessante. Quem nunca teve a oportunidade de estar em um ambiente adequado e brincar com o eco de sua voz? Com base no estudo dos fenômenos sonoros, é CORRETO afirmar que o eco é consequência do fenômeno denominado:

- A) reflexão.
- B) refração.
- C) difração.
- D) polarização.
- E) interferência.

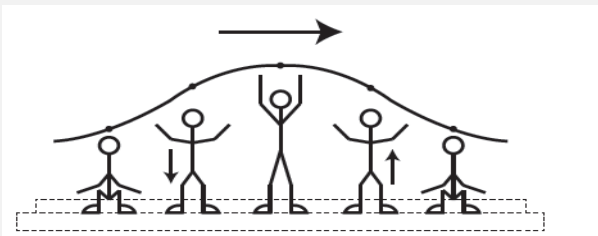
7. O Supremo Tribunal de Justiça determinou que a prescrição do pedido de indenização por erro médico inicia-se na data em que o paciente toma conhecimento da lesão, e não na data em que o profissional comete o ilícito. Submetida anteriormente a uma cesariana, uma paciente realizou, após queda acidental, exames radiográficos para avaliar possível deslocamento dos rins. Durante os exames, foi detectada em seu abdômen uma agulha cirúrgica que, até então, ela afirmava não sentir.



Nesse caso, o diagnóstico ocorreu devido ao fato de a paciente ser submetida à radiação ionizante, de natureza

- A) eletromagnética e de grande capacidade de penetração, denominada partícula alfa.
- B) mecânica e de baixa capacidade de penetração, denominada raio X.
- C) eletromagnética e de baixa capacidade de penetração, denominada raio gama.
- D) mecânica e de grande capacidade de penetração, denominada raio gama.
- E) eletromagnética e de grande capacidade de penetração, denominada raio X.

8. Uma manifestação comum das torcidas em estádios de futebol é a *olamexicana*. Os espectadores de uma linha, sem sair do lugar e sem se deslocarem lateralmente, ficam de pé e se sentam, sincronizados com os da linha adjacente. O efeito coletivo se propaga pelos espectadores do estádio, formando uma onda progressiva, conforme ilustração.



Calcula-se que a velocidade de propagação dessa “onda humana” é 45 km/h, e que cada período de oscilação contém 16 pessoas, que se levantam e sentam organizadamente e distanciadas entre si por 80 cm.

Disponível em: www.ufsm.br. Acesso em: 7 dez. 2012 (adaptado).

Nessa *olamexicana*, a frequência da onda, em hertz, é um valor mais próximo de

- A) 0,3.
- B) 0,5.
- C) 1,0.
- D) 1,9.
- E) 3,7.

9. O sonar é um equipamento que, utilizando ondas de ultrassom, permite a um navio determinar a localização de outros objetos dentro da água. O funcionamento do sonar é baseado principalmente no fenômeno denominado:

- A) interferência.
- B) refração.

- C) reflexão.
- D) difração.
- E) polarização.

10. Alguns sistemas de segurança incluem detectores de movimento. Nesses sensores, existe uma substância que se polariza na presença de radiação eletromagnética de certa região de frequência, gerando uma tensão que pode ser amplificada e empregada para efeito de controle. Quando uma pessoa se aproxima do sistema, a radiação emitida por seu corpo é detectada por esse tipo de sensor.

A radiação captada por esse detector encontra-se na região de frequência

- A) da luz visível.
- B) do ultravioleta.
- C) do infravermelho.
- D) das micro-ondas.
- E) das ondas longas de rádio.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

ONDAS



LEANDRO ARRILTON DE MEDEIROS



MNPEF - Polo 51
Escola de Ciências e Tecnologia
Pró-Reitoria de Pesquisa
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Sequências Didática

Ondas

Leandro Arrilton de Medeiros

Natal

2019

Sumário

Introdução	85
Ao professor	85
Sequência didática	87
Referências	96

Introdução

Esse material é um conjunto de seqüências didática destinada ao professor (a) para usar no ensino de Ondas. Nas seqüências são encontradas todo o processo didático aplicada no projeto, tais como: Aplicação da sala de aula invertida, método de ensino por meio do *PeerInstructions*, *link* de videoaula, sugestões experimentais e sugestões de avaliações. Esse produto é decorrência de um projeto do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física no qual foi aplicada, com alunos do Ensino Médio, uma série de seqüências didáticas. O material foi proposto para que qualquer professor (a) tenha condições de aplicar e adaptar de acordo com a realidade da escola.

Ao Professor

Prezados professores, o frenesi e o empenho de promover um ensino de Ondas de forma peculiar, motivou a confecção desse produto para que possam utilizar na docência. A seqüência didática é organizada pelo professor, a fim de contemplar várias atividades para desenvolver os conhecimentos dos alunos em sala de aula. Essas seqüências são compostas por um conjunto de aulas elaborada durante o planejamento que estabelece uma organização dos conteúdos ministrado no decorrer da aula. Objetiva atender a determinadas competências e habilidades dos estudantes no transcorrer do processo ensino/aprendizado.

Uma seqüência didática é estruturada de forma que o aprendizado seja sequencial, de forma a obedecer critérios de desenvolvimento, assim o aluno é capaz progredir no processo ensino/aprendizagem de forma coesa e concreta no seu aprendizado. De acordo (ZABALA, 1998, p.18), o conceito de seqüência didática é um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos.

É importante salientar, que a forma que as atividades a ser proposta determinam a especificidade de cada sequência didática (ZABALA, 1998). Isso se deve ao fato que há aulas que são mais conceituais do que outras, que são mais técnicas. Por isso, é preciso planejar a sequência didática de forma a elencar todas as metodologias abordadas em sala de aula.

Segundo Oliveira (2013, p.39) conceitua sequência didática como:

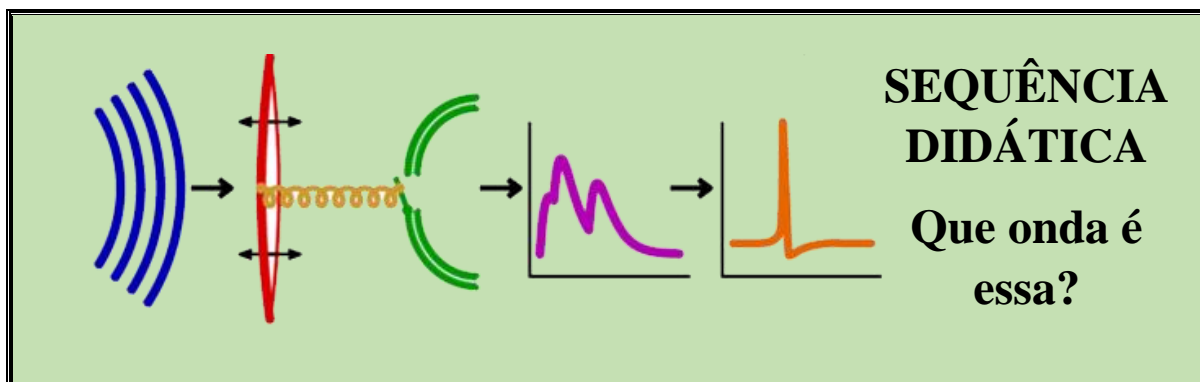
“(...) um procedimento simples que compreende um conjunto de atividades ligadas entre si, e prescinde de um planejamento para delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada para um melhor desempenho no processo ensino aprendizagem.”

Dessa forma, (ZABALA, 1998, p. 20) elenca algumas propostas metodológicas para a elaboração de uma sequência didática:

1. A comunicação entre o professor e alunos, alunos e alunos, estreitando-se a comunicação em sala e cria um ambiente harmônico de aprendizagem.
2. A forma de organização em sala, onde os estudantes eram individuais e muitas vezes passivos durante as aulas, as atividades em grupos e a interação entre os alunos contribuem para um aprendizado colaborativo em sala de aula.
3. A organização dos conteúdos segue uma ideia formada na disciplina ou modelos gerais, adaptando o tempo as diversas necessidades no processo de aprendizagem dos alunos.
4. A utilização de diversos instrumentos para o aprofundamento do processo de ensino em sala de aula, com recursos multimídias e exposições de práticas experimentais que envolva os alunos e colabore na construção do conhecimento.
5. A avaliação é feita durante o processo de ensino/aprendizagem, o longo da aula, são avaliados os comportamentos dos grupos, os comentários durante as atividades, as avaliações informais, entre outros aspectos que podem ser ligados com o processo de aprendizagem-significativa.

O produto educacional consiste de três sequências didáticas sobre o ensino de Física de Ondas. Seu objetivo é servir de orientação para o docente da educação básica, planejar e programar tais conteúdos em sala de aula.

Sequência Didática



DISCIPLINA: Física

TEMA: Física das Ondas

INSTITUIÇÃO: Instituto Reis Magos

PROFESSOR: Leandro Arrilton de Medeiros

PÚBLICO-ALVO: Turma da 2^a série do Ensino Médio

TEMPO: 2 aulas (50 min cada)

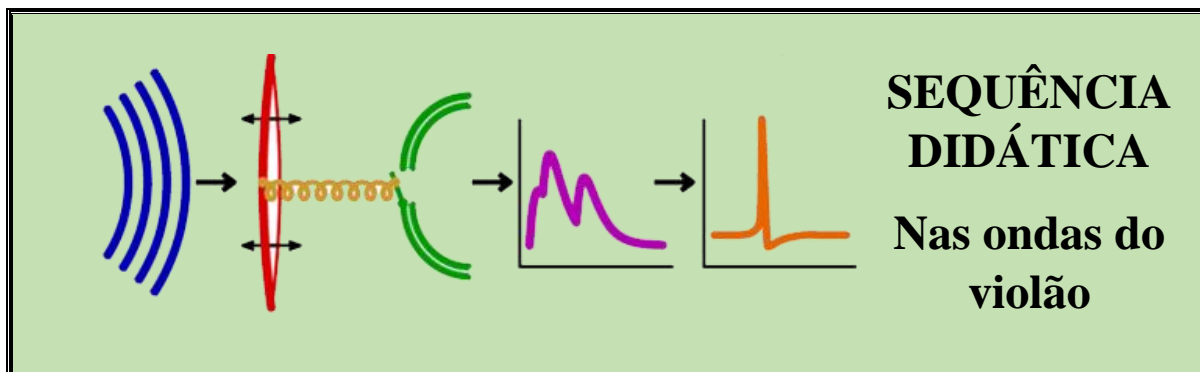
LINK DO CANAL: <https://www.youtube.com/watch?v=gwSEmap3Z0w&t=225s>

OBJETIVOS

- Conduzir os alunos a uma reflexão e apreensão acerca do ensino proposto na sequência didática;
- Almejar que estes conhecimentos adquiridos sejam levados para vida dos estudantes e não somente no momento da aula ou da avaliação;
- Aprender que a onda não transmite matéria e sim energia;
- Aprender as diferentes dimensões de propagação da onda;
- Classificar a sua natureza da Onda mecânica ou eletromagnética.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO	<ul style="list-style-type: none"> • Conceitos básicos sobre Física Ondulatória; • Experimentação; • Exercício.
MATÉRIAS CONTEMPLADAS	<ul style="list-style-type: none"> • Física; • Língua portuguesa; • Aspectos históricos da Ondulatória;
METODOLOGIA	<p>Procedimento Didático</p> <p>1º momento – Questionário prévio online(duração: 10 minutos) Esse questionário é aplicado no primeiro momento da aula presencial, composto de questões de múltipla escolha e abrangendo apenas questões conceituais. Objetiva identificar se o estudante consultou os materiais disponibilizados previamente, assim como diagnosticar o grau de assimilação da turma.</p> <p>2º momento – <i>PeerInstruction</i> (Instrução por pares) (Duração: 30 minutos) Inicialmente dividir a sala em grupos de três ou quatro alunos. Em seguida, projetar através de um <i>datashow</i> questões de múltipla escolha, curtas e conceituais. No momento seguinte, dar um tempo de aproximadamente um minuto para cada aluno responder a questão sem a interferência do colega. Em seguida, solicitar que levante os cartões com a resposta correta, usando o aplicativo do <i>Plickers</i>. Dessa forma, verifica-se os estudantes obtiver uma média de 70% de acertos, prosseguir normalmente a aula. Porém, se o índice for inferior, solicitar que os alunos socializem com os colegas de grupo para chegar a um consenso na resposta. Essa interação facilita no processo de aprendizagem coletiva.</p> <p>3º momento – Propondo a leitura:O som é uma onda? (Duração: 30 minutos) Dar o acesso ao texto impresso proposto pelo professor no estudo dirigido e em seguida realizar uma leitura. Abordar as principais ideias, em seguida responder algumas questões pertinentes ao texto. Então, analisar e discutir de forma que esclareça as possíveis</p>

	<p>dúvidas em relação ao texto. Cada grupo deve ter a oportunidade de falar o que assimilou dos conteúdos e seus possíveis questionamentos. Esse momento é importante para a interação dos grupos e o engajamento dos alunos em sala.</p> <p>4º momento – Prática Experimental (duração: 20 minutos)</p> <p>Organizar a sala em formato de dinâmico para que todos tenham maior participação na experimentação. Em seguida, convidar alguns alunos para participar da prática experimental, potencializando uma interação professor/aluno. Os experimentos propostos são o telefone com copos e a máquina de ondas.</p> <p>5º momento – Orientação final (duração: 10 minutos)</p> <p>Abrir espaço para possíveis dúvidas a respeito da aula. Em seguida, orientar os alunos para a próxima aula. Esse momento de <i>feedback</i> dos alunos a respeito dos conteúdos apresentados antes e durante a aula presencial.</p>
AValiação	<ul style="list-style-type: none"> • O aluno é avaliado continuamente através da averiguação da aprendizagem (participação, interesse, evolução) durante as aulas. • Aplicação da atividade de sondagem. • Aplicação da atividade por meio do <i>Plickers</i> e <i>Peerinstruction</i>. • Avaliar através de prova.
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	<p>GASPAR, Alberto. Compreendendo a Física– Ondas, Óptica e Termodinâmica. São Paulo: Ática, 2013.</p> <p>HELOU, GUALTER E NEWTON. Tópicos de Física, Vol. 02, 19ª Ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2014.</p> <p>NUSSENZVEIG, H. Moysés. Curso de física básica: fluidos, oscilações e ondas, calor. São Paulo: E. Blücher, 2002</p> <p>RAMALHO, NICOLAU E TOLEDO. Os Fundamentos da Física, Vol. 02, 11ª Ed. São Paulo: Editora Moderna, 2015.</p>



DISCIPLINA: Física

TEMA: Física das Ondas

INSTITUIÇÃO: Instituto Reis Magos

PROFESSOR: Leandro Arrilton de Medeiros

PÚBLICO-ALVO: Turma da 2ª série do Ensino Médio

TEMPO: 2 aulas (50 min cada)

LINK DO CANAL: <https://www.youtube.com/watch?v=nBIN2I3ih5w&t=749s>

OBJETIVOS	<ul style="list-style-type: none"> • Conduzir os alunos a uma reflexão e apreensão acerca do ensino proposto na sequência didática; • Almejar que estes conhecimentos adquiridos sejam levados para vida dos estudantes e não somente no momento da aula ou da avaliação; • Identificar as direções de vibração e de propagação; • Identificar as propriedades de uma Onda; • Reconhecer que a velocidade da Onda depende do meio em que se propaga.
CONTEÚDO PROGRAMÁTICO	<ul style="list-style-type: none"> • Classificação das Ondas; • Meio de propagação da Onda; • Experimentação; • Exercício.
MATÉRIAS CONTEMPLADAS	<ul style="list-style-type: none"> • Física; • Língua portuguesa; • Matemática.
METODOLOGIA	Procedimento Didático

1º momento – Questionário prévio online(duração: 10 minutos)

Esse questionário é aplicado no primeiro momento da aula presencial, composto de questões de múltipla escolha e abrangendo apenas questões conceituais. Objetiva identificar se o estudante consultou os materiais disponibilizados previamente, assim como diagnosticar o grau de assimilação da turma.

2º momento – *PeerInstruction* (Instrução por pares) (Duração: 30 minutos)

Inicialmente dividir a sala em grupos de três ou quatro alunos. Em seguida, projetar através de um *datashow* questões de múltipla escolha, curtas e conceituais. No momento seguinte, dar um tempo de aproximadamente um minuto para cada aluno responder a questão sem a interferência do colega. Em seguida, solicitar que levante os cartões com a resposta correta, usando o aplicativo do *Plickers*. Dessa forma, verificar se os estudantes obtiver uma média de 70% de acertos, prosseguir normalmente a aula. Porém, se o índice for inferior, solicitar que os alunos socializem com os colegas de grupo para chegar a um consenso na resposta. Essa interação facilita no processo de aprendizagem coletiva.

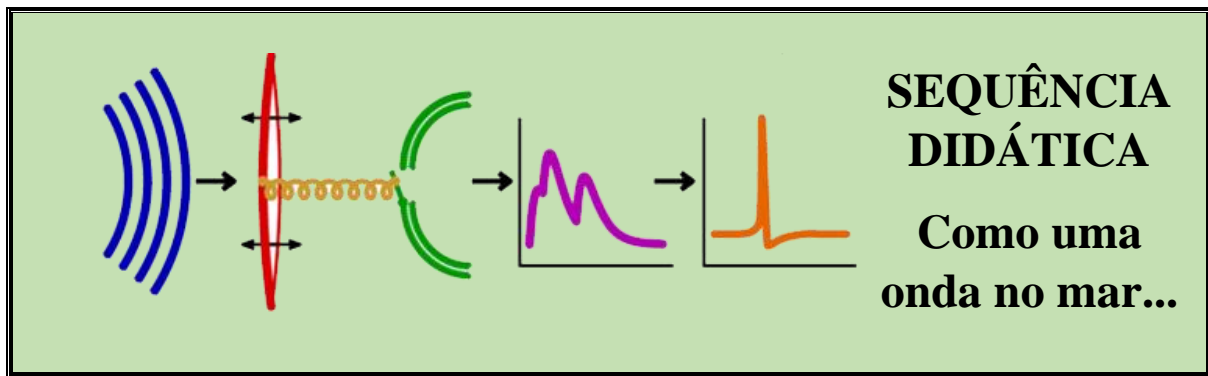
3º momento – Propondo a leitura:A Física e o violão (Duração: 30 minutos)

Dar o acesso ao texto impresso proposto pelo professor no estudo dirigido e em seguida realizar uma leitura. Abordar as principais ideias, em seguida responder algumas questões pertinentes ao texto. Então, analisar e discutir de forma que esclareça as possíveis dúvidas em relação ao texto. Cada grupo deve ter a oportunidade de falar o que assimilou dos conteúdos e seus possíveis questionamentos. Esse momento é importante para a interação dos grupos e o engajamento dos alunos em sala.

4º momento – Prática Experimental (duração: 20 minutos)

Organizar a sala em formato de dinâmico para que todos tenham maior participação na experimentação. Em seguida, convidar alguns alunos para participar da prática experimental,

	<p>potencializando uma interação professor/aluno. Os experimentos propostos são movimentos realizados com a mola Snakey e o de onda estacionária em um fio de nylon.</p> <p>5º momento – Orientação final (duração: 10 minutos)</p> <p>Abrir espaço para possíveis dúvidas a respeito da aula. Em seguida, orientar os alunos para a próxima aula. Esse momento de <i>feedback</i> dos alunos a respeito dos conteúdos apresentados antes e durante a aula presencial.</p>
AVALIAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • O aluno é avaliado continuamente através da averiguação da aprendizagem (participação, interesse, evolução) durante as aulas. • Aplicação da atividade de sondagem. • Aplicação da atividade por meio do <i>Plickers</i> e <i>Peerinstruction</i>. • Avaliar através de prova.
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	<p>GASPAR, Alberto. Compreendendo a Física– Ondas, Óptica e Termodinâmica. São Paulo: Ática, 2013.</p> <p>HELOU, GUALTER E NEWTON. Tópicos de Física, Vol. 02, 19ª Ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2014.</p> <p>NUSSENZVEIG, H. Moysés. Curso de física básica: fluidos, oscilações e ondas, calor. São Paulo: E. Blücher, 2002</p> <p>RAMALHO, NICOLAU E TOLEDO. Os Fundamentos da Física, Vol. 02, 11ª Ed. São Paulo: Editora Moderna, 2015.</p>



DISCIPLINA: Física
TEMA: Física das Ondas
INSTITUIÇÃO: Instituto Reis Magos
PROFESSOR: Leandro Arrilton de Medeiros
PÚBLICO-ALVO: Turma da 2ª série do Ensino Médio
TEMPO: 2 aulas (50 min cada)
LINK DO CANAL: https://www.youtube.com/watch?v=IVgS3s1xuwI&t=1217s

OBJETIVOS	<ul style="list-style-type: none"> • Conduzir os alunos a uma reflexão e apreensão acerca do ensino proposto na sequência didática; • Almejar que estes conhecimentos adquiridos sejam levados para vida dos estudantes e não somente no momento da aula ou da avaliação; • Identificar e classificar os fenômenos ondulatórios; • Relacionar os fenômenos ondulatórios com as propriedades de Ondas;
CONTEÚDO PROGRAMÁTICO	<ul style="list-style-type: none"> • Fenômenos ondulatórios; • Experimentação; • Exercício.
MATÉRIAS CONTEMPLADAS	<ul style="list-style-type: none"> • Física; • Língua portuguesa; • Matemática.
METODOLOGIA	<p>Procedimento Didático</p> <p>1º momento – Questionário prévio online (duração: 10 minutos) Esse questionário é aplicado no primeiro momento da aula presencial, composto de questões de múltipla escolha e</p>

abrangendo apenas questões conceituais. Objetiva identificar se o estudante consultou os materiais disponibilizados previamente, assim como diagnosticar o grau de assimilação da turma.

2º momento – *PeerInstruction* (Instrução por pares) (Duração: 30 minutos)

Inicialmente dividir a sala em grupos de três ou quatro alunos. Em seguida, projetar através de um *datashow* questões de múltipla escolha, curtas e conceituais. No momento seguinte, dar um tempo de aproximadamente um minuto para cada aluno responder a questão sem a interferência do colega. Em seguida, solicitar que levante os cartões com a resposta correta, usando o aplicativo do *Plickers*. Dessa forma, verificar se os estudantes obtiver uma média de 70% de acertos, prosseguir normalmente a aula. Porém, se o índice for inferior, solicitar que os alunos socializem com os colegas de grupo para chegar a um consenso na resposta. Essa interação facilita no processo de aprendizagem coletiva.

3º momento – Propondo a leitura: É possível falar no telefone em baixo d'água?(Duração: 30 minutos)

Dar o acesso ao texto impresso proposto pelo professor no estudo dirigido e em seguida realizar uma leitura. Abordar as principais ideias, em seguida responder algumas questões pertinentes ao texto. Então, analisar e discutir de forma que esclareça as possíveis dúvidas em relação ao texto. Cada grupo deve ter a oportunidade de falar o que assimilou dos conteúdos e seus possíveis questionamentos. Esse momento é importante para a interação dos grupos e o engajamento dos alunos em sala.

4º momento – Prática Experimental (duração: 20 minutos)

Organizar a sala em formato de dinâmico para que todos tenham maior participação na experimentação. Em seguida, convidar alguns alunos para participar da prática experimental, potencializando uma interação professor/aluno. Os experimentos propostos são com a análise do fenômeno de refração utilizando um *laser* em um aquário e de polarização utilizando um *laser* e dois filtros polarizador.

	<p>5º momento – Orientação final (duração: 10 minutos)</p> <p>Abrir espaço para possíveis dúvidas a respeito da aula. Em seguida, orientar os alunos para a próxima aula. Esse momento de <i>feedback</i> dos alunos a respeito dos conteúdos apresentados antes e durante a aula presencial.</p>
AVALIAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • O aluno é avaliado continuamente através da averiguação da aprendizagem (participação, interesse, evolução) durante as aulas. • Aplicação da atividade de sondagem. • Aplicação da atividade por meio do <i>Plickers</i> e <i>Peerinstruction</i>. • Avaliar através de prova.
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	<p>GASPAR, Alberto. Compreendendo a Física– Ondas, Óptica e Termodinâmica. São Paulo: Ática, 2013.</p> <p>HELOU, GUALTER E NEWTON. Tópicos de Física, Vol. 02, 19ª Ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2014.</p> <p>NUSSENZVEIG, H. Moysés. Curso de física básica: fluidos, oscilações e ondas, calor. São Paulo: E. Blücher, 2002</p> <p>RAMALHO, NICOLAU E TOLEDO. Os Fundamentos da Física, Vol. 02, 11ª Ed. São Paulo: Editora Moderna, 2015.</p>

Referências

GASPAR, Alberto. **COMPREENDENDO A FÍSICA– ONDAS, ÓPTICA E TERMODINÂMICA**. São Paulo: Ática, 2013.

HELOU, GUALTER E NEWTON. **TÓPICOS DE FÍSICA, VOL. 02**, 19ª Ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2014.

NUSSENZVEIG, H. Moysés. **CURSO DE FÍSICA BÁSICA: FLUIDOS, OSCILAÇÕES E ONDAS, CALOR**. São Paulo: E. Blücher, 2002.

OLIVEIRA, Maria Marly. **SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERATIVA NO PROCESSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES**. Rio de Janeiro: Vozes, 2013.

RAMALHO, NICOLAU E TOLEDO. **OS FUNDAMENTOS DA FÍSICA, VOL. 02**, 11ª Ed. São Paulo: Editora Moderna, 2015.

ZABALA, Antoni. **A PRÁTICA EDUCATIVA: COMO ENSINAR**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.