



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS PATOS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, INOVAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO
DIRETORIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA
UNIVERSIDADE ABERTA DO BRASIL – UAB-IFPB
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA NA
MODALIDADE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

GEILTON FERREIRA DE MELO

O USO DO GEOGEBRA PARA O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES NO
ENSINO DE OSCILAÇÕES E CONCEITOS DE ONDA

PATOS - PB

2021

GEILTON FERREIRA DE MELO

**O USO DO GEOGEBRA PARA O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES NO
ENSINO DE OSCILAÇÕES E CONCEITOS DE ONDA**

TCC-Artigo apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Patos, Polo Mari, para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação da Profa. Ma. Priscila de Souza Maciel.

PATOS - PB

2021

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL DE PATOS/IFPB

M528u Melo, Geilton Ferreira de
 O uso do GeoGebra para o desenvolvimento de habilidades
 no ensino de oscilações e conceitos de onda/ Geilton Ferreira
 de Melo. - Patos, 2021.
 28 f. : il.

 Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em
 Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal da
 Paraíba, 2021.

 Orientadora: Profª. Ma. Priscila de Souza Maciel

 1. Programação didática 2. GeoGebra 3. Desenvolvimento
 de habilidades 4. Conceitos científicos 5. Oscilações e ondas
 I. Título.

CDU – 53:004



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS PATOS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, INOVAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO
DIRETORIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA
UNIVERSIDADE ABERTA DO BRASIL – UAB-IFPB
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA NA
MODALIDADE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

GEILTON FERREIRA DE MELO

O USO DO GEOGEBRA PARA O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES NO
ENSINO DE OSCILAÇÕES E CONCEITOS DE ONDA

PATOS - PB

2021

GEILTON FERREIRA DE MELO

**O USO DO GEOGEBRA PARA O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES NO
ENSINO DE OSCILAÇÕES E CONCEITOS DE ONDA**

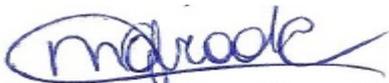
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora, do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Matemática.

Patos, 05 de março de 2021.

BANCA EXAMINADORA



Profa. Ma. Priscila de Souza Maciel
Orientadora – IFAL



Profa. Msc. Cécilia Júlia da Silva Andrade
Avaliadora – FAGAV



Prof. Msc. Bruno Andrade de Freitas
Avaliador – IFPB

O USO DO GEOGEBRA PARA O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES NO ENSINO DE OSCILAÇÕES E CONCEITOS DE ONDA

Geilton Ferreira de Melo

Prof. Ma. Priscila de Souza Maciel

IFPB/UAB

Curso de Especialização em Ensino de Ciências e Matemática

RESUMO

O estudo da física no ensino médio é frequentemente caracterizado por uma ênfase na resolução de problemas quantitativos, em detrimento da análise de situações problemas, estudos qualitativos e atividades experimentais que conduzam à formação de conceitos científicos, traduzindo-se em um déficit de habilidades cognitivas por parte dos alunos, essa situação pode ocorrer, como foi abordado neste trabalho, no estudo de oscilações e ondas. Além disso, muitos professores trabalham com recurso instrucional não muito novo, sem considerar o potencial das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) na educação. Esta pesquisa teve como objetivo descrever uma programação didática utilizando o *software* GeoGebra para o desenvolvimento de competências na formação de conceitos de oscilações e ondas. A metodologia utilizada foi documental descritiva. A programação didática permitirá ao aluno a construção de aprendizagens significativas.

Palavras-chave: Programação didática, GeoGebra, desenvolvimento de habilidades, conceitos científicos, oscilações e ondas.

ABSTRACT

The study of physics in high school is often characterized by an emphasis on solving quantitative problems, at the expense of analyzing problem situations, qualitative studies and experimental activities that lead to the formation of scientific concepts, resulting in a deficit of cognitive skills on the part of the students, this situation can occur, as it was approached in this work, in the study of oscillations and waves. In addition, many teachers work with not very new instructional resources, without considering the potential of Information and Communication Technologies (ICT's) in education. This research aimed to describe a didactic programming using the Geogebra software for the development of skills in the formation of oscillation and wave concepts. The methodology used was descriptive documentary. The didactic program will allow the student to build meaningful learning.

Keywords: Didactic programming, GeoGebra, skill development, scientific concepts, oscillations and waves.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES.....	3
2.1. FORMAÇÃO DE CONCEITO	4
2.2. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	4
2.3. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA.....	5
2.4. USO DAS TIC's NA EDUCAÇÃO, CASO DO SOFTWARE GEOGEBRA.	6
2.5. PROGRAMAÇÃO EDUCACIONAL	6
3. METODOLOGIA.....	7
4. DESENVOLVIMENTO.....	8
4.1. Definição do tema e a competência a ser alcançada:	8
4.2. Análise do conhecimento prévio.....	9
4.3. Debate e complementação das respostas dadas pelos alunos	10
4.4. Propor situações problemáticas com níveis crescentes de complexidade	15
4.5. Organizar exposições por equipe	15
4.6. Avalie.....	15
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	15
REFERÊNCIAS	18

Lista de Figuras

Figura 1. Simulação de uma onda que se propaga na superfície da água.....	11
Figura 2. Simulador de tipos de ondas	11
Figura 3. Simulador de ondas em uma corda	12
Figura 4. Simulador de ondas estacionarias em uma corda.....	12
Figura 5. Simulador de frequência, amplitude e fase de ondas.	13
Figura 6. Simulador de interferência de fase de ondas.....	14

1. INTRODUÇÃO

No processo de aprendizado de ciências, dificuldades têm se manifestado na compreensão e aquisição conceitual (VIENNOT, 1979; CARRASCOSA, 2005), que estão relacionadas a ideias anteriores (VIENNOT, 1979; MCDERMOTT, 1984; 2005; MANRIQUE, HIERREZUELO e MONTERO, 2006) e com a ausência de elementos didáticos como a experimentação em laboratório (CANDELA, et al., 2012). Além disso, existe uma dicotomia na sala de aula entre matemática e ciências, particularmente com a física, onde a matemática é reduzida à aplicação de fórmulas de maneira mecânica e não é usada como ferramenta de raciocínio (TUMINARO e REDISH, 2007; UHDEN, KARAM, PIETROCOLA, POSPIECH, 2012; KARAM, 2015) o que dificulta o aprendizado conceitual e a interpretação dos fenômenos físicos.

Em resposta a essas dificuldades, a criação de cenários virtuais apresenta-se como uma alternativa viável para a realização de experimentos em sala de aula, que se apresenta como um suporte nos processos de modelagem de um fenômeno físico e na compreensão dos conceitos. VILLAMIZAR, RINCÓN e VERGEL (2018) e VILLAMIZAR (2019a) descrevem um design para a criação de cenários virtuais com GeoGebra para experimentação.

Com base no exposto, neste artigo é apresentado o desenho de um cenário virtual interativo, para a experimentação simulada de oscilações e utilizando o GeoGebra. Considera-se necessário adequar o uso da ferramenta GeoGebra e como usar um ambiente virtual dentro de dois pontos da adaptação virtual (TROUCHE, 2004; DRIJVERS, DOORMAN, BOON, REED e GRAVEMEIJER, 2010), ou seja, o que pode ser a configuração didática e modos de exploração das ferramentas do GeoGebra que permitem projetar cenários considerados como um laboratório portátil através da simulação do fenômeno físico.

O estudo da física é frequentemente caracterizado pelo uso excessivo de algoritmos matemáticos, deixando em segundo plano a compreensão dos conceitos relacionados com o fenômeno físico (MUSSOI et al., 2011); ou seja, uma maior ênfase é colocada na resolução de exercícios e por vezes de problemas, em detrimento do conteúdo conceitual. Esta situação traz como consequências fortes fragilidades do conteúdo teórico nos alunos, que são revelados ao tentar aplicar e transferir conhecimento para novas situações, como oscilações e fenômenos relacionados com ondas PATY (2003:1).

Deve-se notar que o modelo de onda representa um dos conteúdos mais importantes na estrutura conceitual da física, permitindo a explicação de diversos fatores ao nosso redor,

como som, ondas eletromagnéticas e, em particular a luz visível, pulsos em cordas, ondas na água, entre outros, porém, esses fenômenos são poucos investigados no ensino médio e existem obstáculos que impedem os alunos de compreender a cinemática das ondas, mesmo em situações simples como pulsos de cordas (RAMÍREZ, 2007; WELTI, 2002).

Além disso, é evidente que os conteúdos referentes à mecânica clássica são desinteressantes para os alunos, embora seja um dos tópicos mais abrangentes da física escolar (VIENNOT, 1979; CARRASCOSA, 2005). Uma maneira de resolver essa situação é usar a tecnologia, tendo em vista que, é uma ferramenta nova e desafiadora com a qual o aluno pode construir conhecimento (ANDRÉS, 2000; DELGADO et al., 2009).

No ensino de física, poucas relações são estabelecidas entre o campo conceitual do assunto e da tecnologia BASSANEZI (2002:17). Este último teve pouco impacto sobre as atividades realizadas em sala de aula pelos professores (FIORENTINI & LORENZATO, 2006:106-107). Por este motivo, é recomendado e é possível incluir situações no contexto científico e tecnológico devido ao grande interesse dos alunos por estas duas áreas, especialmente nas disciplinas de física que não são muito atrativos para os alunos, como a mecânica (ANDRÉS, 2000).

Assim, a utilização de *software* educacional pode contribuir com o processo de ensino e aprendizagem, uma vez que permite a concepção de simulações e animações, o que representa uma ferramenta de grande potencial para o aluno compreender os princípios físicos de fenômenos naturais. Um dos softwares educacionais disponíveis que permite a análise de conteúdo de física é o GeoGebra, que representa uma ferramenta fácil de usar, pois, não requer um grande domínio de nenhuma linguagem de programação (CERVANTES et al., 2013; MUSSOI et al., 2011).

Em www.geogebra.org encontra-se uma descrição geral do que é o *software* GeoGebra: “O GeoGebra é um *software* [livre de General Public License] de matemática dinâmica para todos os níveis de ensino que reúne Geometria, Álgebra, Planilha de Cálculo, Gráficos, Probabilidade, Estatística e Cálculos Simbólicos em um único pacote fácil de se usar [...]”. Neste endereço também é possível fazer o *download* gratuito desta ferramenta educacional vencedora de diversos prêmios como o MNU “Award” e o “*Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching*” (segundo informações do site). O *software* oferece uma *interface* convidativa e, de certa forma, intuitiva para professores e estudantes interessados em explorar as mais diversas representações gráficas não apenas no

que concerne à geometria propriamente, mas também a algumas ferramentas interessantes sobre o cálculo algébrico.

No entanto, deve-se observar que o uso de tecnologia não garante uma melhoria no ensino, deve ser o professor a promover este recurso como ferramenta de impacto para a construção do conhecimento (DELGADO et al., 2014). Para o antes exposto, esta pesquisa teve como objetivo descrever uma programação didática utilizando o *software* GeoGebra para o desenvolvimento de competências na formação de conceitos de oscilações e ondas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES

Existem vários motivos que justificam uma abordagem baseada em competências, um deles é que a abordagem baseada em competências é um modelo de aprendizagem que dá mais importância à proficiência que ao tempo em sala de aula. Ela avalia o progresso do aluno em detrimento do tempo necessário para a aprendizagem, principalmente porque orienta o processo educacional através de princípios, indicadores e ferramentas adequadas, mais do que qualquer outro modelo. No entanto, uma das dificuldades de se trabalhar com uma abordagem baseada em competências é a diversidade de aceitações que esse termo tem o que muitas vezes se torna um obstáculo na hora de trabalhar com os programas de *design* (TOBÓN, 2006).

Nesse sentido, as competências são consideradas processos complexos onde o indivíduo tem um bom desempenho em um determinado contexto, de maneira responsável e crítico; sendo compreendido pelos processos das suas ações realizadas para alcançar um determinado propósito, por meio do uso articulado dos elementos e recursos disponíveis. Estes processos são considerados complexos, pois envolvem várias dimensões humanas, como, por exemplo, incertezas; deve ser feito de forma adequada, ou seja, eficaz, eficiente, e pertinente, com responsabilidade e ética, de forma reflexiva e crítica (TOBÓN, 2006).

Outro autor que define competências é WEINERT (2004), o mesmo afirma que, estar em conformidade com os pré-requisitos necessários que uma pessoa possa ter para cumprir com suas demandas complexas; segundo este autor, as competências têm caráter multifuncional e transdisciplinar útil para alcançar muitos objetivos transcendentais, dominar diferentes tarefas e atuar em situações não corriqueiras.

2.1. FORMAÇÃO DE CONCEITO

Segundo MOREIRA (2008), sem conceitos o mundo não pode ser compreendido. Então, a importância da conceitualização deve ser enfatizada, na medida em que representa a base do desenvolvimento cognitivo. No entanto, na prática, educacional, a formação de conceitos por aprendizagens é geralmente subestimada (VERGNAUD, 1998).

A conceitualização é o núcleo do desenvolvimento cognitivo. Para VERGNAUD (2007), este é definido como o processo pelo qual o sujeito consegue conhecer os objetos de seu ambiente, suas propriedades, relações e transformações, permitindo-lhe explicar ações, argumentos e transferência para novas situações. Portanto, é difícil alcançar o desenvolvimento cognitivo adequado, se os conceitos não foram formados internamente no aluno, sem que a aprendizagem seja significativa.

Autores como PIAGET (1974), VIGOTSKY (1973), AUSUBEL (1982) e VERGNAUD (1990), descrevem em suas teorias o processo de formação de conceitos científicos e esboçam alguns elementos importantes para o desenvolvimento de competências na formação de conceitos pelos alunos, como linguagem e pensamento crítico, o que leva a uma aprendizagem significativa (DELGADO et al., 2012).

2.2. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

AUSUBEL (1982) introduziu o conceito de aprendizagem significativa, que pode ser concebido como o processo pelo qual o conhecimento é adicionado ao cognitivo do aluno. O princípio básico sobre o qual a teoria de AUSUBEL (1982) descansa, consiste em examinar detalhadamente o conhecimento antes da instrução, para garantir que eles não se transformem em obstáculos para a construção de novos conhecimentos (GARCÍA, 2011).

Segundo este autor, a aprendizagem significativa pode ser definida como um processo interno individual e ativo que consiste na complementação ou transformação do antigo e novo. Três condições são necessárias para que a aprendizagem ocorra de forma significativa: 1^a: usar materiais de suporte potencialmente significativos, 2^a: considerar as ideias anteriores do aluno para relacioná-las com os novos conhecimentos e 3^a: disposição do aluno em assumir seu processo de aprendizagem.

Por outro lado, resolver problemas com níveis crescentes de dificuldade é tarefa do trabalho colaborativo que oferece várias vantagens para promover a realização de uma aprendizagem significativa, tais como: relações positivas entre alunos, sentimentos

recíprocos, obrigação, responsabilidade, melhorar o desempenho e produtividade, promover o entendimento dos processos de formação de conceitos, favorecendo a argumentação sobre os processos de raciocínio, estimular o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo, por mitigar novos canais de comunicação através do uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's), (ARRIETA e MOREIRA, 2011).

2.3. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA

Para MOREIRA (2010), trata-se de uma modalidade de aprendizagem por meio da qual o aluno será capaz de lidar de maneira construtiva com as mudanças, sem ser dominado por elas, lidar com o novo, sem se sentir incapaz diante de sua grande disponibilidade; beneficiar e desenvolver tecnologias, sem ser absorvido por ela. Aprendizagem significativa, no sentido de internalizar significados científicos e sociais, é o primeiro passo para uma aprendizagem significativa crítica.

O autor postula uma série de princípios facilitadores para que a aprendizagem ocorra de maneira adequada e significativa, pois é fundamental saber que o princípio do conhecimento prévio se desenvolve por meio do qual o indivíduo transforma uma situação-problema (linguagem normal) em equação (linguagem algébrica), sendo assim, o estudante estará realizando uma conversão de conceitos das ciências exatas, pois o mesmo dará vida às abstrações que possibilitam simular experiências reais. Elas permitem a mudança de variáveis e parâmetros permitindo fazer comparações e verificação de resultados.

A aprendizagem significativa crítica é baseada em uma postura reflexiva, em detrimento de aprendizagem mecânica. Além disso, requer a aplicação de várias estratégias e recursos instrucionais, deixando de lado a narrativa para dar destaque para o aluno (MOREIRA, 2011).

Da mesma forma, é importante usar, não apenas várias estratégias de ensino, mas diferentes recursos didáticos, previamente revisados e avaliados pelo professor para garantir sua confiabilidade (PANIAGUA, 2011; COVA et al., 2008), com a finalidade de ensino e não de treino com sendo o único recurso. Entre os recursos que devem ser incluídos na lista do processo de ensino e aprendizagem são aquelas típicas das TIC's (ARRIETA E MOREIRA, 2011; MOREIRA, 2012).

2.4. USO DAS TIC's NA EDUCAÇÃO, CASO DO SOFTWARE GEOGEBRA.

O papel que o professor e o aluno adquirem ao trabalhar em um ambiente tecnológico corresponde a modelos de aprendizagem por descoberta e construção do conhecimento (GARCÍA, 2011), promovendo assim uma aprendizagem significativa.

Alguns benefícios que a integração das TIC's traz é que permitem flexibilizar o tempo e o espaço das atividades de ensino e implicam no uso de estratégias para alcançar um ensino participativo e construtivista (LOZADA et al; 2006: 3). O uso de tecnologias incentiva o trabalho colaborativo e melhora a autoestima do aluno. A outra vantagem é que as TIC's promovem o desenvolvimento de capacidades de criatividade, comunicação, e raciocínio, habilidades necessárias para o desenvolvimento da ciência (DELGADO et al., 2014).

Considerando o exposto, neste trabalho apresenta-se a utilização do GeoGebra como ferramenta tecnológica no trabalho educacional, o mesmo é um *software* livre código aberto que pode ser usado desde os primeiros anos de educação até o nível universitário (HOHENWARTER e JONES, 2007). Ele é caracterizado pelo seu dinamismo, que permite ao usuário explorar as relações entre os objetos, antecipar comportamentos e lidar com seus conhecimentos (ITURBE et al., 2012).

Uma de suas vantagens é que está disponível em mais de 52 idiomas, incluindo o Português do Brasil. Além disso, o GeoGebra tem uma comunidade de 15 desenvolvedores, aproximadamente, em todo o mundo, que elaboram muitas atualizações e melhorias para o programa (HOHENWARTER e LAVICZA, 2010). Da mesma forma, há um grande número de recursos gratuitos disponíveis na *web* para todos os públicos GARCIA (2011). Esses recursos não são apenas focados em tópicos matemáticos, mas que também se destinam à área da física. O repositório onde estes materiais estão alocados é chamado GeoGebraTube.

Da mesma forma, MARTÍNEZ (2013), compartilha os benefícios obtidos por um professor quando usam o software GeoGebra em suas aulas há vários anos, nos quais é evidente que o uso desta ferramenta estimula a motivação dos alunos. Por esta razão pode-se dizer que, sem dúvida, o GeoGebra tem grande potencial para gerar uma aprendizagem significativa.

2.5. PROGRAMAÇÃO EDUCACIONAL

No campo da didática, os termos planejamento e programação muitas vezes podem se fundir. Podemos dizer que, o planejamento é apoiado em um quadro de referência de onde são

feitas as várias programações. No entanto, a programação envolve a organização do processo didático-educacional específico, desenvolvido pelo professor para um grupo de alunos em particular, em uma determinada situação e para uma ou mais disciplinas. O objetivo da programação instrucional é descrever com mais detalhes o que está sendo planejado, para evitar a improvisação das atividades de ensino (MEDINA E SALVADOR, 2009).

Para os autores citados acima, a programação didática é um projeto de ação imediata que busca organizar e colocar o trabalho escolar dentro do contexto, para contribuir para o desenvolvimento integral dos alunos. Portanto, deve incluir as competências básicas a ser desenvolvidas, os conteúdos, a metodologia de trabalho, as estratégias, os recursos a serem utilizados e a proposta de avaliação. Consequentemente, a programação descreve as etapas a serem seguidas durante o processo educacional para um grupo de alunos.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada é documental descritiva, uma vez que foram revistas várias fontes de informação, e foi descrito um programa didático que usa o Software GeoGebra para o desenvolvimento de competências na formação de conceitos de oscilações e ondas, de modo a cumprir o objetivo estabelecido na investigação (HERNÁNDEZ et al., 2010).

Para o desenvolvimento da proposta do cenário virtual com o GeoGebra, para o ensino de Oscilações e Conceitos de ondas, é apresentada a seguinte situação para alunos do ensino médio: experimentar e analisar em grupos de dois alunos a simulação de uma onda que se propaga na superfície da água, simular tipos de ondas em uma corda, simular frequência, amplitude e fase de ondas, utilizando um cenário virtual já desenhado e construído com o GeoGebra. Para a concepção do cenário virtual, duas etapas da organização do ambiente virtual metodologicamente descrita: a configuração didática das ferramentas do GeoGebra e seus modos de exploração.

O laboratório portátil consiste no desenho de um cenário virtual que permite vivenciar um fenômeno físico, ou seja, um simulador. Neste caso, corresponde ao simulador de oscilações de ondas lançamento. Este cenário está disponível no sítio do GeoGebra com três applets, os quais foram aplicados nas turmas do 2º ano do ensino médio.

O cenário virtual como o GeoGebra Book pode ser utilizado online através do computador ou em dispositivos móveis como tablets ou smartphones, da mesma forma, o cenário pode ser baixado para uso em um computador sem conexão à Internet. Para fazer isso,

o livro GeoGebra é baixado em um arquivo *zip* (pode ser carregado em uma memória USB) e, em seguida, o arquivo é aberto em um navegador (por exemplo, Mozilla Firefox, Chrome), que é uma opção muito viável para instituições ou locais onde a conexão com a Internet não é eficiente.

4. DESENVOLVIMENTO

O pensamento criativo envolve pensar além do que está sendo enfatizado na aprendizagem do século 21. Abrange mudança de ideias e aprendizagem investigativa em direção a diferentes níveis, a criatividade é uma característica humana natural e pode diminuir gradualmente se for restringido por situações de ensino mais controladas (Saavedra & Opfer, 2012; MOE, 2014; MOE, 2017). Este trabalho revela que a forma de ensinar e aprender usando o software GeoGebra como um recurso tecnológico e de apoio ao ensino aprendizagem permitindo que os alunos possam usar o software, que é interativo, para ajudá-los nas descobertas e nas conexões que existem entre os conceitos físicos que eles aprendem e os fatos do cotidiano.

Os alunos, ao manipularem o *software*, pensarão de forma crítica e criativa para construir gráficos que ajudarão a entender melhor os conceitos e definições sobre oscilações e ondas. Os gráficos retrarão situações problemáticas, ajudando-os a chegar às soluções para os problemas. O uso do software GeoGebra pode estimular o pensamento crítico, a criatividade e as habilidades inovadoras entre os alunos segundo Iranzo dan Fortuny (2011). Os alunos em seus estudos estavam em diferentes níveis de competência em geometria, mas foram capazes de usar o software dinâmico para desenvolver pensamento geométrico criativo e inovador. O GeoGebra também apoiou a visualização dos alunos dos fenômenos, sendo crucial na construção de habilidades e na aprendizagem.

Na preparação do desenvolvimento de competências na formação de conceitos a serem ensinados na teoria crítica de aprendizagem significativa, este trabalho sugere a adoção de uma estrutura de seis etapas ou fases, que são descritas em detalhes a seguir.

4.1. Definição do tema e a competência a ser alcançada:

Neste modelo, o tema a ser trabalhado corresponde a oscilações e ondas, enquanto a principal competência a ser alcançada é o domínio cognitivo; isto é, o aluno tem que aprender sobre as diferenças e relações entre os conceitos de oscilações e ondas, através de um trabalho colaborativo apoiado em recursos tecnológicos.

4.2. Análise do conhecimento prévio

Tendo em vista a importância de conhecimentos ou ideias prévias na formulação de conceitos científicos por meio da aprendizagem significativa e crítica, é necessário seu diagnóstico, que pode ser: resolvendo situações problemáticas, estudos qualitativos por parte dos alunos, agrupados em equipes previamente formadas de três pessoas. Algumas perguntas sugeridas para os alunos analisarem são:

- Quando jogamos uma pedra em uma lagoa, observamos que círculos concêntricos são formados. Se a folha de uma árvore cair na água naquele momento o que ocorre? Explique usando os conceitos da física.
- A onda humana (*ola*) é um fenômeno que ocorre em eventos massivos. Embora seja verdade que isso representa um bom exemplo para visualizar a propagação de um efeito de ondulatório, mas não se explica porque não pode ser considerada uma onda mecânica.

Na Tabela 1 são apresentados alguns fenômenos ondulatórios, com os quais os alunos deverão trabalhar, escolhendo a alternativa "Sim" se ele pensa, a partir dos conhecimentos prévios, que o fenômeno é uma onda mecânica e "Não" se pensar que o fenômeno não é, sendo necessário que os alunos expliquem cada uma das escolhas.

Tabela 1 – Tabela de percepção prévia sobre ondas

Fenômenos Ondulatórios	Sim	Não
Luz Visível		
O som emitido por uma guitarra		
Um terremoto		
As Ondas de Rádio		
As Ondas que se propagam em uma corda		

Fonte: Elaboração própria com base em instrumento aplicado, 2018.

Após o preenchimento da tabela, os alunos serão questionados sobre os tipos de ondas, sendo assim sugeridas as seguintes perguntas, que podem ser adaptadas pelo professor, se necessário:

- Com base na pergunta anterior, que tipos de ondas existem de acordo com sua natureza?
- Uma corda é amarrada a uma parede em uma extremidade e na outra extremidade esta livre, e uma pessoa estão movimentando-a para cima e para baixo, realizando movimentos periódicos. De acordo com a relação do movimento das partículas e o sentido de propagação, que tipo de onda é?
- Com base na pergunta anterior, quais tipos de ondas existem de acordo com seu sentido de propagação?
- Imagine o movimento de uma menina em um balanço. O que acontece se ela sempre realizar impulsos com a mesma força? O que acontecerá depois de um tempo se ela parar de dar impulsos? Com base nisso, como você definiria uma oscilação?
- Uma oscilação pode gerar uma onda? Se sua resposta for afirmativa, dê alguns exemplos.
- Uma onda pode gerar uma oscilação? Se sim, explique dando exemplos.

4.3. Debate e complementação das respostas dadas pelos alunos

Uma vez que os alunos tenham respondido (por equipe) às situações-problema iniciais, será realizada uma apresentação do conteúdo científico pelo professor, que permite reforçar ou corrigir as ideias levantadas pelos alunos. Para esse fim, recomenda-se que o professor conte com recursos feitos com o GeoGebra.

Assim, para explicar por que a folha na água de uma lagoa não vai em direção à costa quando uma pedra é atirada, por exemplo, poderá ser utilizado a simulação elaborada no GeoGebra. Com esta simulação, o aluno pode observar que na propagação de uma onda só é transportada energia, mas não matéria. A onda gerada na água produzirá oscilações na folha, uma vez que ela se move periodicamente entre dois pontos e finalmente retorna à sua posição de equilíbrio, conforme Figura 1.



Figura 1. Simulação de uma onda que se propaga na superfície da água.
Fonte: Arquivo Pessoal (2018).

Para explicar os tipos de ondas de acordo com sua direção de propagação, será possível usar o recurso de simulação de ondas, como mostrado na Figura 2. Com este recurso, não só as ondas transversais podem ser vistas, mas também as ondas longitudinais, que geralmente são mais difíceis para os alunos compreenderem.

GeoGebra

Onda transversal y onda longitudinal

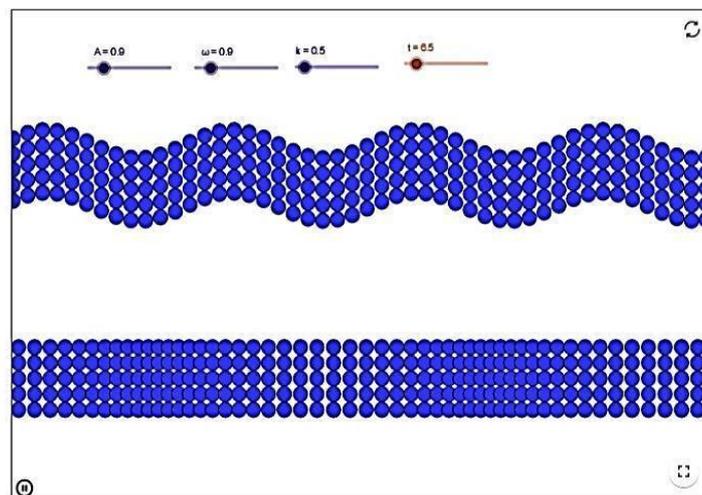


Figura 2. Simulador de tipos de ondas
Fonte: Arquivo pessoal (2018).

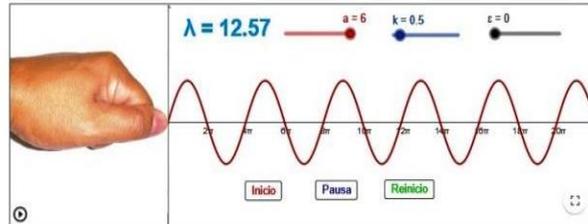
Outro recurso que o professor poderá utilizar é a simulação da formação de ondas em uma corda. Neste recurso, vários parâmetros podem ser avaliados, como a amplitude, a frequência e a constante de fase, conforme Figura 3.

Parámetros fundamentales de la onda

Autor: Orlando Benito Escalona Toro

En el siguiente Applet se puede variar la longitud de la onda λ y su amplitud a con los deslizadores respectivos. El número de onda k está relacionado con λ mediante la siguiente ecuación: $k = 2\pi / \lambda$. Por ejemplo, con $\lambda = 2\pi$, entonces $k = 1$, lo cual significa que en la distancia 2π sólo hay una longitud de onda; para $\lambda = \pi$, entonces $k = 2$, lo cual significa que en la distancia 2π hay dos longitudes de onda, y así sucesivamente.

Ver en: <http://fisicongeogebra.blogspot.com/>
http://senderspedagogicos.blogspot.com/p/blog-page_20.html



Actividades:

Figura 3. Simulador de ondas em uma corda
 Fonte: Arquivo pessoal (2018).

Quanto às últimas perguntas, quanto ao relacionamento entre os conceitos de oscilações e ondas, estes podem ser explicados com a ajuda do recurso mostrado na Figura 4.

ondas estacionárias em uma corda

Autor: bohm1917

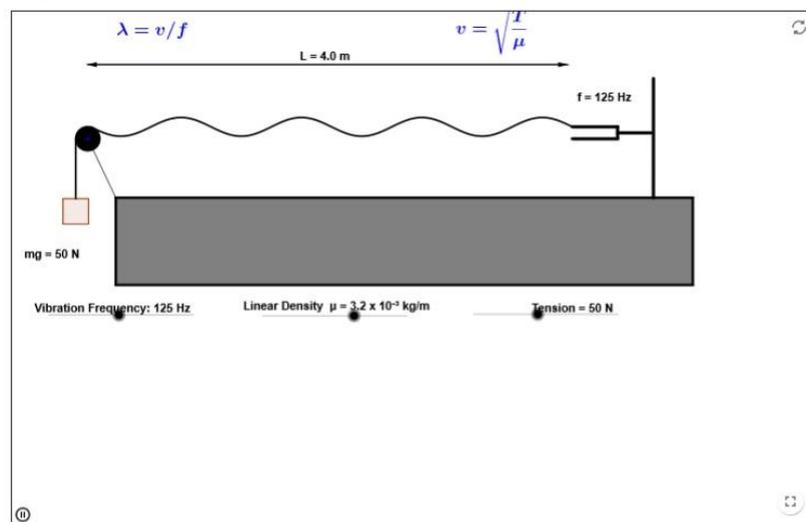
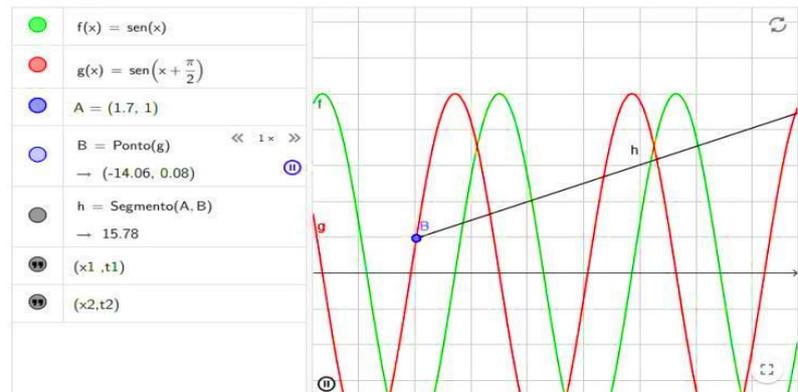


Figura 4. Simulador de ondas estacionaria em uma corda
 Fonte: Arquivo pessoal (2018).

função de onda

Autor: Guilherme



função de onda

Autor: Guilherme

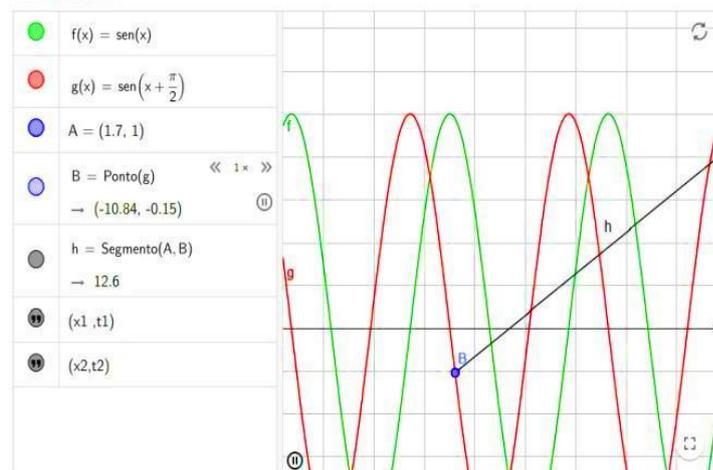


Figura 5. Simulador de frequência, amplitude e fase de ondas.
Fonte: Arquivo pessoal (2018).

Para explicar a frequência, amplitude e fase de ondas, será possível usar o recurso de simulação de ondas, como mostrado na Figura 5. Com este recurso, podemos demonstrar a Frequência: representada pela letra (f), no sistema internacional a frequência é medida em hertz (Hz) e corresponde ao número de oscilações da onda em determinado intervalo de tempo. A frequência de uma onda não depende do meio de propagação, apenas da frequência da fonte que produziu a onda. A Amplitude: corresponde à altura da onda, marcada pela distância entre o ponto de equilíbrio (repouso) da onda até a crista. Note que a “crista” indica o ponto máximo da onda, enquanto o “vale”, representa a ponto mínimo e a fase refere-se a dois conceitos intimamente relacionados. Quando se fala da fase de um ponto da onda diz-se

da característica desse ponto em termos da sua amplitude local e da variação local dos valores da propriedade periódica (campo eléctrico, nas ondas eletromagnéticas ou pressão do ar nas ondas sonoras).

≡ GeoGebra

CREATE CLA

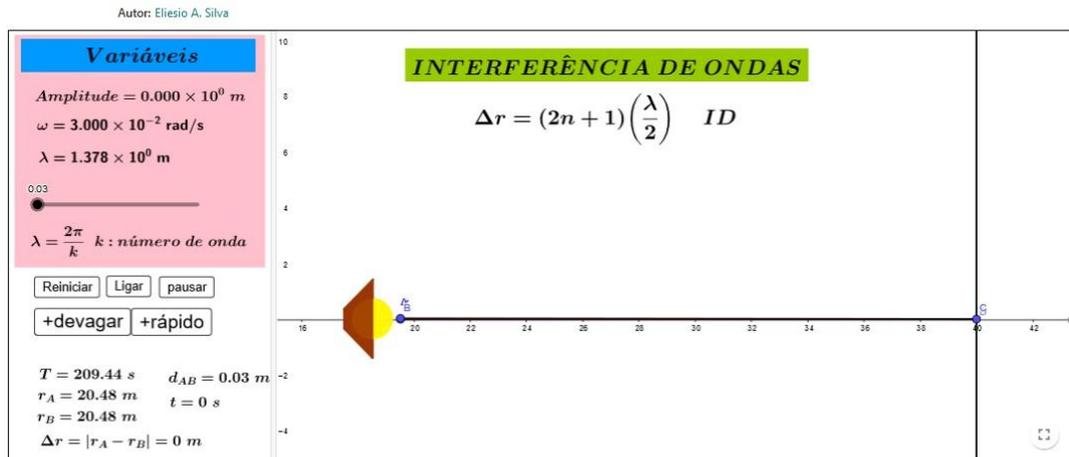


Figura 6. Simulador de interferência de fase de ondas.

Fonte: Arquivo pessoal (2018).

Para explicar a interferência de fase de ondas, será possível usar o recurso de simulação de ondas, como mostrado na Figura 6. Quando dois pequenos objetos, como duas pequenas pedras, por exemplo, batem sobre a superfície de um líquido como um rio, ondas circulares propagam-se sobre essa superfície. Supondo que essas ondas formadas possuam mesma frequência, mesmo comprimento de onda e que as fontes possuam diferença de fase constante, em um dado instante, há a interceptação dos pulsos das ondas, ocorrendo, dessa forma, a interferência, que é o fenômeno que representa a superposição de duas ou mais ondas em um mesmo ponto. Isso acontece de acordo com o princípio da superposição de ondas e pode ser classificado em interferência construtiva e interferência destrutiva.

- **Interferência destrutiva** – ocorre quando as ondas não têm a mesma fase e possui caráter de aniquilação.

- **Interferência construtiva** – ocorre quando as ondas apresentam a mesma fase e possui caráter de reforço, ou seja, há a formação de uma onda maior do que aquelas que lhe deram origem.

A interferência é um fenômeno típico dos movimentos ondulatórios, ou seja, pode-se obter a interferência com duas ou mais fontes luminosas ou fontes sonoras, como o alto-falante.

4.4. Propor situações problemáticas com níveis crescentes de complexidade

Sugere-se atribuir novas situações de problema qualitativas, que são mais complexas e que deve ser resolvida pelas equipes, como atividade especial na sala do laboratório de informática, usando materiais potencialmente significativos.

4.5. Organizar exposições por equipe

As equipes de trabalho devem fazer breves exposições dos resultados obtidos e chegar a um consenso com todos os membros da classe. O professor deve cumprir o papel de mediador em todos os momentos.

4.6. Avalie

Sugere-se a realização de heteroavaliação, coavaliação e autoavaliação. Este processo deve estar presente em todo o programa educacional, o objetivo deste é mostrar se a atividade foi desenvolvida, caso se não forem alcançadas, outras medidas deveram ser tomadas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Partindo da ideia de VERGNAUD (1990), que afirma que o ponto do desenvolvimento cognitivo do aluno é a conceituação, e do problema exposto, uma programação didática foi descrita utilizando o *software* GeoGebra para o desenvolvimento de habilidades na formação de conceitos de oscilações e ondas.

Foram consideradas seis fases para a descrição da programação didática, todas fundamentadas em teorias de aprendizagem significativa crítica e no desenvolvimento de competências do domínio cognitivo.

É de vital importância que os alunos da disciplina de física desenvolvam competências para a formação de conceitos, necessários para participar da sociedade contemporânea, de maneira reflexiva e crítica.

O GeoGebra é um recurso tecnológico com grande potencial de ensino e aprendizagem de física e de outras áreas do conhecimento. Espera-se que a aplicação da programação didática descrita permita aos alunos apoiar-se com as TIC's, para facilitar o

desenvolvimento de competências para a formação de conceitos científicos em física, particularmente no tema trabalhado, oscilações e ondas.

Vale alertar sobre a possibilidade de ocorrer dicotomia quantitativa *versus* qualitativo ao usar uma abordagem puramente descritiva para o ensino dos conceitos de física em relação do fenômeno em estudo. Por fim, devemos, nós educadores, estar conscientes de que não é exatamente a ferramenta que torna mais ou menos significativa a aprendizagem de nossos alunos, nem talvez seja essa nossa incumbência. Mas que é possível, lançando mão dos mais diversos recursos pedagógicos, estimular nossos alunos a aprender, cada um à sua maneira, os conceitos mais importantes em ciências.

Este estudo fornece uma metodologia do uso do *software GeoGebra* na aprendizagem de oscilações e ondas entre os alunos do ensino médio. Os resultados deste estudo mostram a possibilidade de os professores de física poder recorrerem a abordagens alternativas para ensinar integrando com as TIC's no ensino e aprendizagem.

O uso do software GeoGebra tem o potencial de melhorar e aprimorar o conhecimento e as habilidades dos alunos como o pensamento crítico, criativo e inovador, para apoiar a aprendizagem baseada em problemas como abordagem na aprendizagem do século XXI.

A motivação é um elemento importante quando se trata de aprendizagem, a área do conhecimento da física não é exceção, por isso é necessário procurar inovar constantemente, incorporando tecnologias que correspondem às novas demandas e formas de trabalhar com os alunos.

As novas gerações de alunos têm descoberto com o uso das TIC's ferramentas importantes para a comunicação social, e os professores devem aproveitar este conhecimento, incorporando ferramentas que facilitam comunicação mediada pedagogicamente para promover a colaboração, desenvolvimento da criticidade e do conhecimento entre nossos alunos.

Nós, os professores, somos responsáveis por investigar quais ferramentas e como devemos integrá-los nos processos de ensino, tomando cuidado para não fazer com que isso aumente o risco do uso inadequado dos recursos tecnológicos. Com esta pesquisa procuramos discutir se a integração do software GeoGebra pode ser integrada de forma positiva no ensino de física no ensino médio.

O planejamento adequado das atividades acadêmicas é importante para que os objetivos da aprendizagem sejam alcançados pelos alunos de tal forma que a sensação repetitiva de sucesso seja mantida como também a motivação e o interesse em aprender cada vez mais. Logo, espera-se em estudos futuros aplicar a metodologia proposta, analisando os resultados obtidos, para assim verificar o desenvolvimento dos alunos pelo uso o GeoGebra.

REFERÊNCIAS

- ANDRÉS, MARÍA MAITE. "Interesse em Física: Um estudo com participantes da Olimpíada de Física". **Ensino de Ciências**. Vol.18, Nº. 2. Espanha. p. 311-318, 2000.
- ARRIETA, XIOMARA E MOREIRA, MARCO. "Referências teóricas para o desenho de uma estratégia guia didático orientado para o desenvolvimento de esquemas de aprendizagem em ciências". *Revista Educação científica chilena*. Vol. 10, No. 2, Chile. p. 18-27, 2011.
- AUSUBEL, DAVID. **Psicologia educacional, "um ponto de vista cognitivo"**. México. Editorial Trillas, 1982.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2002.
- CANDELA, A., GAMBOA, F., ROJANO, T., SÁNCHEZ, A., CARVAJAL, E. e ALVARADO, C. (2012). **Recursos e suportes didáticos**. In F. Flores-Camacho (ed.), *O ensino de ciências na educação básica no México*. México: INEE.
- CARRASCOSA, J. **O problema das concepções alternativas hoje** (parte I). Análise das causas que o originam e / ou mantêm. *Revista Eureka sobre Ensino e Disseminação de Ciências*, 2 (002), 183-208, 2005.
- CERVANTES, ANGELA; RUBIO, LEONELA E MONTIEL, GERMAÍN. "Sequência para a análise de refração e reflexão interna total com GeoGebra". *Memórias de conferências de pesquisa Associação de Estudantes da Faculdade de Letras e Educação*. Maracaibo, Venezuela, p. 201-208, 2013.
- COVA, ANGELA; ARRIETA XIOMARA E RIVEROS, VÍCTOR. "Análise e comparação de vários modelos de avaliação de software educacional". *Ligação. Revista Venezuelana de Intreinamento, tecnologia e conhecimento*. Vol. 5, No. 3, Venezuela. p. 45-67, 2008.
- DELGADO, MERCEDES; ARRIETA, XIOMARA E CAMACHO, HERMELINDA. "Comparação de teorias relacionadas com a formação de conceitos científicos". *Revista Multiciencias*. Vol. 12, No.4, Venezuela, University of Zulia. p. 416-426, 2012.
- DELGADO, MERCEDES; ARRIETA, XIOMARA E RIVEROS, VÍCTOR. "Uso das TIC na Educação, uma proposta para a sua otimização". *Revista Omnia*. Vol.15, Nº. 3, Venezuela, Universidade de Zulia. p. 58-77: 2009.

_____. **"Diretrizes teórico-metodológicas para o uso das TIC na formação de conceitos científicos em física"**. Revista REDHECS. Ano 9, No. 17, Venezuela, Universidade Rafael Beloso Chacín. p. 20-42, 2014.

ESCALONA, ORLANDO. **Geração de ondas em uma corda**; 2013. Disponível em < <https://www.geogebra.org/m/tGa88gUh> > Acesso em 12 de setembro de 2020.

FIorentini, D; Lorenzato, S. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Campinas, SP: Autores Associados, 2006.

GARCÍA, MARÍA. **Evolução das atitudes e competências matemáticas nos alunos ensino médio, introduzindo o GeoGebra na sala de aula**. Tese de doutorado realizada na Universidade Almería, Spain Retirado, 2011. Disponível em < <http://www.geogebra.org/en/upl...GarciaLopez.pdf> > Acesso em 25 de julho de 2020.

HERNÁNDEZ, ROBERTO; FERNÁNDEZ, CARLOS E BAPTISTA PILAR. **Metodologia de Pesquisa e Investigação**. Estado do México: Editorial Mc Graw Hill, 2010.

HIERREZUELO, J. e MONTERO, A; **A ciência dos alunos**. Seu uso na didática de física e química. México: Fontamara. 2006.

HOHENWARTER, MARKUS E JONES, KEITH. **"Maneiras de ligar geometria e álgebra: o caso do GeoGebra"**. Proceedings of the British Society for Research in Learning Mathematics, vol. 27, Nº. 3, *Reino Unido*, p. 126-131, 2007.

ITURBE, ALICIA; RUIZ, MARIA; PISTONESI, MARÍA E FANTINI, SUSANA. **"Usando o GeoGebra no ensino da geometria nas carreiras de design"**. Atas da Conferência Latinoamericana de GeoGebra. Uruguai, p. 516-523, 2012. Disponível em < <http://www.geogebra.org.uy/2012/actas/procesadas1397168176/38.pdf> > Acesso em 18 de outubro de 2020.

LOZADA, C. O; MORRONE, W; ARAÚJO, M. S.T; AMARAL, L.H. **A importância dos modelos matemáticos para o Ensino de Física no Ensino Médio**. Anais do III Simpósio Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM), Águas de Lindóia, 2006.

MARTINEZ, FERNANDO; **Onda transversal e onda longitudinal**, 2013. Disponível em < <https://www.geogebra.org/m/BJkTB8Q7> > Acesso em 04 de outubro de 2020.

MARTÍNEZ, JOSÉ. **Apropriação do conceito de função usando o software GeoGebra**. Trabalho apresentado como requisito parcial para qualificação para o título de: Mestre em Ensino de Ciências Exatas e Naturais. Universidade nacional da Colômbia, 2013. Disponível

em < <http://www.bdigital.unal.edu.co/9498/1/8411011.2013.pdf> > Acesso em 13 de julho de 2020.

MEDINA, ANTONIO E SALVADOR, FRANCISCO. **Didática Geral**. Segunda edição. Madrid, Pearson Education, 2009.

MOREIRA, MARCO ANTONIO. “**Conceitos no ensino de ciências: ignorados e Subestimados**”. Revista Curriculum, Espanha, Universidad de la Laguna, No. 21, p. 9-26, 2008.

_____. **Aprendizagem significativa crítica**. 2ª edição de 2010.

_____. “**Unidades de ensino potencialmente significativas-LIFO**”. Resenha de Aprendizagem Significativa, Vol. 1, Nº. 2, Porto Alegre, Brasil, pp. 43-63, 2011.

_____. “**Aprendizagem significativa, campos conceituais e pedagógicos da autonomia: implicações para o ensino**”. Aprendizagem Significativa Review, Vol. 2, No. 1, Porto Alegre, Brasil, p. 44-65, 2012.

MUSSOI, EUNICE; POZZATTI, MARIA; BULEGON, ANA E ROCKENBACH, LIANE. “**GeoGebra e eXeLearning: aplicabilidade no ensino de Física e Matemática**”. Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics. Vol. 9, Nº. 2, Flórida, Estados Unidos, p. 61-66, 2011.

PATY, MICHEL. *Física qualitativa e física matematizada no século XVIII*. II Seminário Internacional de Filosofia e História da Ciência, USP, 2003 RAMALHO JR, F; FERRARO, N. G; SOARES, P. A. T. Os fundamentos da Física. Vol. 3. São Paulo: Moderna, 2005.

SOUSA; UENDER B. **Simulando Ondas Formadas por Gotas D'Água**. Disponível em: < <https://www.geogebra.org/m/D8qVubQJ> > Acesso em 25 de outubro de 2020.

PANIAGUA, ADRIANA. **Reformulação da teoria de assimilação de Ausubel e construção de um modelo de estrutura cognitiva que sirva de base para o desenvolvimento de um formato de material de aprendizagem potencialmente significativo para ser transmitido na Internet (FMAPS-INTERNET)**. Tese de doutorado para se candidatar doutorado em educação científica. Universidade de Burgos. Burgos, Espanha, 2011.

PIAGET, JEAN. **Psicologia da inteligência**. Traduzido por: Juan Carlos Foix. Argentina, Editorial Psique, 1974.

RAMÍREZ, DIANA. **Implicações da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud na aprendizagem significativa do conceito de Mechanical Wave com crianças 4ª série da Instituição Educacional El Salvador**. Tese realizada para se qualificar para o Bacharel em educação básica em ciências naturais. Universidade de Antioquia, Colômbia, 2007.

TOBÓN, SERGIO. **Aspectos básicos do treinamento baseado em competências**. Esboço, projeto Mesesup. Universidade de Talca, Chile, 2006. Disponível em <https://maristas.org.mx/gestion/web/doctos/aspectos_basicos_formacion_competencias.pdf> Acesso em 30 de julho de 2020.

TUMINARO, J. e REDISH, E. F. (2007). **Elementos de um modelo cognitivo de resolução de problemas de física: jogos epistêmicos**. Physical Review Special Topics-Physics Education Research, 3 (2), 020101-1, 020101-22. Disponível em <<http://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.3.020101>> Acesso em 20 de novembro de 2020.

VERGNAUD, GERARD. **"A teoria dos campos conceituais"**. Pesquisa em Didática Matemática. Vol. 10, No. 23, La Pensée Sauvage, Marseille, p. 133-170, 1990.

_____. "Uma teoria abrangente de representação para a Educação matemática". **Journal of Mathematical Behavior**, Vol. 17, Nº. 2, Estados Unidos, p. 167-181, 1998.

_____. **"Em que sentido pode a Teoria dos Campos Conceituais nos ajudar a facilitar a aprendizagem significativa? "Investigação em de Ensino de Ciências"**, Vol. 12, Nº. 2, Porto Alegre, Brasil, p. 285-302, 2007.

VIENNOT, L. **Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire**. Paris: Hermann, 1979.

VILLAMIZAR, F. Y. (2018a). **Modelo metodológico para promover conceitos físicos e matemáticos: para a orquestração de atividades didáticas com tecnologias digitais**. Tese de doutorado não publicada. Centro de Pesquisa e Estudos Avançados do I.P.N. México.

VILLAMIZAR, F. Y. (2019). S08A01: **GeoGebra como ferramenta mediadora na modelagem de um fenômeno físico**. GeoGebra Colloquium, organizado pela Comunidade GeoGebra da América Latina. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=OI0YdCbebqc>> Acesso em 18 de outubro de 2020.

VILLAMIZAR, F. Y., CUEVAS, C. e MARTÍNEZ, M. (2018). **Uma Proposta de Orquestração Instrumental para Integrar o Ensino de Física e Matemática**. Em V. Gitirana, T. Miyakawa, M. Rafalska, S. Soury-Lavergne e L. Trouche (Eds.), Proceedings Re

(s) sources 2018 International Conference (pp. 352-355). Lyon, França: ENS de Lyon. Disponível em < <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01764563> > Acesso em 27 de setembro de 2020.

VILLAMIZAR, F. Y., RINCÓN, O. e VERGEL, M. (2018). **Desenho de cenários virtuais para problemas de otimização em software de geometria dinâmica**. Logos Magazine, Science and Technology, 10 (2), 67-75. Disponível em < <https://doi.org/10.22335/rlct.v10i2.571> > Acesso em 28 de novembro de 2020.

VIGOTSKY, LEV. **Pensamento e linguagem**. Argentina. Editorial La Pleyade, 1973.

WEINERT, FRIEDEL. **Conceito de competição**: um esclarecimento conceitual. In: Rychen, DOMINIQUE E Hersh, Laura (Compiladores). **Definir e selecionar competências fundamentais para a vida**. México. Fundo de Cultura Econômica, p. 94-127, 2004.

WELTI, REINALDO. “**Concepções de alunos e professores sobre a energia das ondas**”. Revista de Ensino de Ciências, Vol. 20, Nº. 2, Barcelona, Espanha, p. 261-270, 2002.