



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ  
CAMPUS PARNAÍBA  
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

**EMANUEL FELIPE FERREIRA SANTOS**

**UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES EDUCATIVOS COMO FERRAMENTA DE APOIO  
AO ENSINO DE FÍSICA ONDULATÓRIA**

**PARNAÍBA-PI**

**2017**

EMANUEL FELIPE FERREIRA SANTOS

UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES EDUCATIVOS COMO FERRAMENTA DE APOIO  
AO ENSINO DE FÍSICA ONDULATÓRIA

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)  
apresentado como exigência parcial para obtenção  
do diploma do Curso de Licenciatura em Física do  
Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Piauí. Campus Parnaíba.

Orientador: Prof. Me. Jeová Calisto dos Santos.

PARNAÍBA-PI

2017

**FICHA CATALOGRÁFICA**

Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S237 Santos, Emanuel Felipe Ferreira  
u UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES EDUCATIVOS COMO FERRAMENTA DE APOIO  
AO ENSINO DE FÍSICA ONDULATÓRIA / Emanuel Felipe Ferreira Santos - 2017.  
76 p. : il. color.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Instituto Federal de Educação,  
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Parnaíba, Licenciatura em Física, 2017.

Orientador : Prof Me. Jeová Calisto dos Santos.

1. Ensino. 2. Física. 3. Software. I.Título.

CDD 530

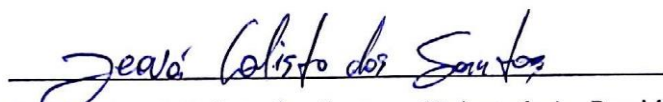
---

# UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES EDUCATIVOS COMO FERRAMENTA DE APOIO AO ENSINO DE FÍSICA ONDULATÓRIA

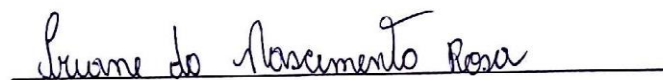
**Emanuel Felipe Ferreira Santos**

Aprovado em 03 / 05 / 2017

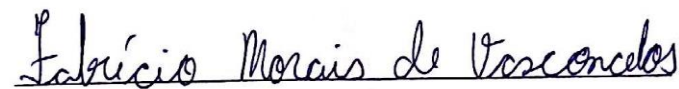
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado junto ao Curso de Licenciatura em Física do IFPI/Campus Parnaíba, aprovado pela Banca Examinadora:



Prof. MSc. Jeová Calisto dos Santos - (Orientador) - Presidente  
IFPI/Campus Parnaíba-PI



Profa. Esp. Iriane do Nascimento Rosa – Examinador  
IFPI/Campus Parnaíba-PI



Prof. MSc. Fabrício Moraes de Vasconcelos – Examinador  
UFC

Parnaíba PI

2017

Esse trabalho é dedicado a minha mãe e irmãos, pessoas fundamentais em minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

A minha mãe, Maria Aparecida Ferreira Santos, por acreditar em minha vitória.

Ao Prof. Me. Jeová Calisto dos Santos pelo incentivo e orientação para a elaboração deste trabalho.

Aos amigos, Camila Costa dos Santos e Carlos Gabriel Falcão Freitas, por terem colaborado com a elaboração deste trabalho.

Aos amigos do curso de licenciatura em Física, Damião, Heryson, Jailda, Ociel, Salvino, Samantha, pelos momentos de companheirismo, amizade e trocas de experiências.

Aos professores do curso de licenciatura em Física.

“O que sabemos é uma gota; o  
que ignoramos é um oceano”.

Isaac Newton

## RESUMO

O objetivo deste trabalho incumbiu demonstrar a aplicabilidade de softwares ao ensino de Física Ondulatória. Nesse sentido, este trabalho foi proposto com o intuito de diversificar e de melhorar as aulas de Física, acreditando que se pode despertar o interesse pelos conteúdos da disciplina. A amostra do trabalho desenvolvida com alunos de duas turmas de 2º ano do Ensino Médio, de uma escola estadual do município de Parnaíba/PI. O método proposto visou ministrar o assunto de Física Ondulatória de maneira semelhante para as duas turmas. Entretanto, para uma das turmas utilizou-se apenas a metodologia tradicional (quadro, giz, livro e teorização) como recurso de ensino. Para a outra turma, a aula foi mediada com a utilização dos softwares de simulação. Após o termino das aulas, houve a aplicação de uma avaliação quantitativa, que abordava o conteúdo de Ondulatória para as duas turmas, com o objetivo de avaliar e comparar seus rendimentos. Em seguida, aplicamos uma avaliação qualitativa (questionário) à turma que teve aulas mediadas com utilização dos softwares de simulação, com o objetivo de avaliar a aceitabilidade dos simuladores como ferramenta de apoio ao ensino de Física Ondulatória. Os resultados da pesquisa indicaram que o ambiente virtual contribuiu no processo de aprendizagem dos alunos.

**Palavras-chave:** Ensino. Física. Software.

## **ABSTRACT**

The objective of this work was to demonstrate the applicability of software to the teaching of Wave Physics. In this sense, this work was proposed with the intention of diversifying and improving the physics classes, believing that one can arouse interest in the contents of the discipline. The sample of the work was developed with students of two classes of 2nd year of High School, of a state school of the municipality of Parnaíba / PI. The proposed method aimed to teach the subject of Wave Physics in a similar way for the two classes. However, one of the classes used only the traditional methodology (chalkboard, chalk, book and theorization) as a teaching resource. For the other class, the lesson was mediated through the use of simulation software. After the end of classes, a quantitative evaluation was applied, which approached the Ondulatory content for the two classes, in order to evaluate and compare their income. Then, we applied a qualitative evaluation (questionnaire) to the group that had mediated classes using the simulation software, in order to evaluate the acceptability of the simulators as a tool to support the teaching of Wave Physics. The results of the research indicated that the virtual environment contributed to the students' learning process.

**Keywords:** Teaching. Physical. Software.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|           |                                                                                                                                                               |           |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Figura 1  | Tela inicial do <i>ONDA EM CORDA</i> , na função oscilador e extremidade infinita.....                                                                        | <b>31</b> |
| Figura 2  | Simulação de ondas transversais através do software <i>ONDA EM CORDA</i> .....                                                                                | <b>32</b> |
| Figura 3  | Programa configurado para simular onda com amplitude de 0,50 cm (a). Programa configurado para simular onda com amplitude de 1,00 cm (b) .....                | <b>34</b> |
| Figura 4  | Programa configurado para simular onda com frequência de 2,00 Hz (a). Programa configurado para simular onda com frequência de 3,00 Hz (b) .....              | <b>35</b> |
| Figura 5  | Simulação da Reflexão de ondas transversais em cordas com extremidade fixa .....                                                                              | <b>37</b> |
| Figura 6  | Simulação da Reflexão de ondas transversais em cordas com extremidade solta .....                                                                             | <b>38</b> |
| Figura 7  | Programa habilitado na configuração de extremidade infinita.....                                                                                              | <b>39</b> |
| Figura 8  | Tela inicial do software <i>INTERFERÊNCIA DE ONDAS</i> .....                                                                                                  | <b>40</b> |
| Figura 9  | Simulação da interferência de ondas bidimensionais criadas por duas fontes .....                                                                              | <b>42</b> |
| Figura 10 | Difração de ondas .....                                                                                                                                       | <b>42</b> |
| Figura 11 | Simulação da interferência de ondas bidimensionais criadas por uma fonte e a barreira com uma fenda .....                                                     | <b>43</b> |
| Figura 12 | Experiência de Young .....                                                                                                                                    | <b>44</b> |
| Figura 13 | Simulação da interferência de dupla fenda .....                                                                                                               | <b>44</b> |
| Figura 14 | Resultados das respostas individuais da pergunta 1: Seu professor já utilizou algum tipo de software para ensinar Física? .....                               | <b>48</b> |
| Figura 15 | Resultados das respostas individuais da pergunta 2: Como você avalia o conteúdo dos softwares (fundamentações teóricas, imagens, vídeos, animações...)? ..... | <b>49</b> |
| Figura 16 | Resultados das respostas individuais da pergunta 3: O que você achou da aula com o uso dos softwares? .....                                                   | <b>50</b> |
| Figura 17 | Resultados das respostas individuais da pergunta 4: A forma como o                                                                                            |           |

|           |                                                                                                                                                                                                   |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | assunto foi abordado, com utilização dos softwares, contribuiu para a aprendizagem do conteúdo de Física Ondulatória? .....51                                                                     |
| Figura 18 | Resultados das respostas individuais da pergunta 5: Os softwares utilizados facilitaram a compreensão dos conteúdos de Física Ondulatória? .....52                                                |
| Figura 19 | Resultados das respostas individuais da pergunta 6: Você acha que aulas com utilização de softwares, facilitam mais a aprendizagem, quando comparadas às aulas com recursos tradicionais? .....53 |
| Figura 20 | Resultados das respostas individuais da pergunta 7: Houve um interesse maior pelas aulas de Física com o uso dos softwares? .....54                                                               |
| Figura 21 | Resultados das respostas individuais da pergunta 8: Aulas com uso de softwares despertam e reforçam a concentração e a motivação? .....56                                                         |
| Figura 22 | Resultados das respostas individuais da pergunta 11: Em sua opinião, para uma aula de Física ser considerada satisfatória, deve apresentar no mínimo:.....59                                      |
| Figura 23 | Comparação do rendimento percentual das questões entre as turmas “A” e “B” .....60                                                                                                                |
| Figura 24 | Quantidade de questões acertadas por percentual de alunos .....61                                                                                                                                 |

## LISTA DE EQUAÇÕES

|            |                                                                                                   |    |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Equação 1  | Forma da Onda.....                                                                                | 33 |
| Equação 2  | Deslocamento $y$ do elemento da corda situado na posição $x$ ...                                  | 33 |
| Equação 3  | Relação entre comprimento de onda( $\lambda$ ) e número de onda( $k$ )..                          | 33 |
| Equação 4  | Relação entre Período ( $T$ ), Frequência ( $f$ ) e Frequência Angular ( $\omega$ ) .....         | 33 |
| Equação 5  | Relação entre Frequência ( $f$ ) e Período ( $T$ ) .....                                          | 34 |
| Equação 6  | Velocidade da onda ( $v$ ) .....                                                                  | 35 |
| Equação 7  | Velocidade de uma onda ( $v$ ) em termos da Densidade Linear ( $\delta$ ) e Tensão ( $T$ ) .....  | 36 |
| Equação 8  | Velocidade de uma onda ( $v$ ) em termos da Densidade Volumétrica ( $\mu$ ) e Tensão ( $T$ )..... | 36 |
| Equação 9  | Relação entre diferenças de percurso ( $\Delta L$ ) e de fase da onda ( $\Delta \phi$ ) .....     | 41 |
| Equação 10 | Diferenças de percurso para interferência construtiva.....                                        | 41 |
| Equação 11 | Diferença de percurso para interferência destrutiva .....                                         | 41 |

# SUMÁRIO

|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>PRÓLOGO</b> .....                                                                                                       | 14 |
| <b>CAPÍTULO 1: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....                                                                             | 16 |
| 1.1 INFORMÁTICA E SEU USO NA EDUCAÇÃO .....                                                                                | 16 |
| 1.2 SOFTWARES NA EDUCAÇÃO .....                                                                                            | 18 |
| 1.3 A RELAÇÃO ENTRE SOFTWARES, PROFESSORES E ALUNOS .....                                                                  | 20 |
| 1.4 ANÁLISE DOS DIFERENTES TIPOS DE SOFTWARES USADOS NA<br>EDUCAÇÃO .....                                                  | 22 |
| 1.5 USO DE SOFTWARES NO ENSINO DE FÍSICA .....                                                                             | 27 |
| <br><b>CAPÍTULO 2: OS SOFTWARES DE SIMULAÇÃO UTILIZADOS NA PESQUISA</b> .....                                              | 31 |
| 2.1 DESCRIÇÃO DO SOFTWARE <i>ONDA EM CORDA</i> .....                                                                       | 31 |
| 2.2 CONCEITOS DE FÍSICA ONDULATÓRIA QUE PODEM SER ESTUDADOS<br>COM AUXÍLIO DO SOFTWARE <i>ONDA EM CORDA</i> .....          | 32 |
| 2.2.1 Ondas transversais .....                                                                                             | 32 |
| 2.2.2 Grandezas Físicas associadas às ondas .....                                                                          | 33 |
| 2.2.3 Velocidade de propagação de uma onda harmônica .....                                                                 | 35 |
| 2.2.4 Velocidade de propagação de ondas transversais em cordas tensas .....                                                | 35 |
| 2.2.5 Reflexão .....                                                                                                       | 36 |
| 2.2.5.1 Reflexão de ondas transversais em cordas .....                                                                     | 36 |
| 2.3 DESCRIÇÃO DO SOFTWARE <i>INTERFERÊNCIA DE ONDAS</i> .....                                                              | 39 |
| 2.4 CONCEITOS DE FÍSICA ONDULATÓRIA QUE PODEM SER ESTUDADOS<br>COM AUXÍLIO DO SOFTWARE <i>INTERFERÊNCIA DE ONDAS</i> ..... | 40 |
| 2.4.1 Interferência de ondas bidimensionais .....                                                                          | 40 |
| 2.4.2 Difração .....                                                                                                       | 42 |
| 2.4.3 Experiência de Young .....                                                                                           | 43 |
| 2.4.4 Interferência de dupla fenda .....                                                                                   | 44 |
| <br><b>CAPÍTULO 3: METODOLOGIA E RESULTADOS</b> .....                                                                      | 46 |
| 3.1 METODOLOGIA .....                                                                                                      | 46 |
| 3.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....                                                                                          | 48 |
| 3.2.1 Questionário referente à aceitabilidade dos softwares de simulação<br>aplicados a turma “B” .....                    | 48 |

|                                                                              |           |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3.2.2 Reflexos dos resultados da avaliação das turmas “A” e “B” .....</b> | <b>59</b> |
| <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                                            | <b>62</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                      | <b>64</b> |
| <b>APÊNDICE A – PLANO DE AULA TURMA “A” .....</b>                            | <b>67</b> |
| <b>APÊNDICE B – PLANO DE AULA TURMA “A” .....</b>                            | <b>68</b> |
| <b>APÊNDICE C – PLANO DE AULA TURMA “B” .....</b>                            | <b>69</b> |
| <b>APÊNDICE D – PLANO DE AULA TURMA “B” .....</b>                            | <b>70</b> |
| <b>APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO APLICADO A TURMA “B” .....</b>                  | <b>71</b> |
| <b>APÊNDICE F – AVALIAÇÃO APLICADA AS TURMAS “A” E “B” .....</b>             | <b>73</b> |
| <b>APÊNDICE G – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....</b>         | <b>75</b> |
| <b>ANEXO A – CARTA DE ANUÊNCIA PARA AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA .....</b>        | <b>76</b> |

## PRÓLOGO

Em geral, sabemos que o computador está presente de maneira permanente em nossas vidas. No âmbito da educação, a utilização das novas tecnologias tem-se mostrado uma das alternativas mais eficazes no processo de ensino-aprendizagem. Para isso, pesquisas apontam que os discentes aprendem de maneira mais significativa quando o professor usa recursos como animações, vídeos e computadores, o que não acontece quando a aula é ministrada de maneira tradicional, sem utilização de recursos que vão além dos tradicionais (SOUSA, 2010).

Como alternativa para promover uma aprendizagem mais significativa, observamos que a utilização de softwares educativos tem um grande potencial para provocar transformações no processo de aprendizagem. Para Sancho (1998), o software educativo é um conjunto de recursos informáticos projetados com a intenção de serem usados em contexto de ensino e aprendizagem. Portanto, é fundamental refletir sobre sua aplicação na educação.

No ensino de Física a maioria dos alunos relatam dificuldades de aprendizagem dos conteúdos, e cabe ao professor buscar meios que facilite esse processo. Os softwares educativos podem ser aplicados em sala de aula com essa finalidade à medida que sanam as dificuldades existentes na compreensão de certos conceitos Físicos, podendo facilmente ser utilizado pelo professor como importante recurso de apoio para suas aulas. A utilização de softwares como ferramenta de ensino podem ser um notável auxiliar para estimular o aluno a pensar de modo científico, fazendo com que as informações adquiridas pelos estudantes sejam transformadas em conhecimento útil para suas vidas.

O presente trabalho visa analisar a aplicabilidade de softwares educativos ao ensino de Física, mais especificamente no estudo da Física Ondulatória. Nesse sentido, este trabalho foi proposto com o intuito de perceber como os alunos reagiriam as aulas de Física com utilização dessa metodologia, acreditando que se pode despertar o interesse pelos conteúdos da disciplina. Apesar de o material desenvolvido contemplar somente os tópicos mais importantes para compreensão de ondulatória, sendo uma sucinta parte do amplo conteúdo de Física do Ensino Médio, este material pode ser visto como um precursor, para ser ampliado no futuro por pessoas que tenham interesse pela proposta dessa pesquisa.

No primeiro capítulo desse trabalho será feita uma revisão da literatura, sendo

abordado o uso da Informática na educação e as potencialidades educacionais do computador como ferramenta de ensino. Será discutido acerca da utilização de softwares na educação, considerando os parâmetros que dizem respeito aos seus aspectos tecnológicos e pedagógico-metodológicos. Será abordada a relação existente entre softwares, professores e alunos no âmbito educacional. Foram ainda, analisados os diferentes tipos de softwares usados na educação, e como acontece sua classificação, de acordo com o modo que o conhecimento é manipulado. E apresentada as possibilidades de utilização de softwares no ensino de Física.

No segundo capítulo serão apresentados os dois softwares de simulação utilizados na pesquisa, *ONDA EM CORDA* e *INTERFERÊNCIA DE ONDAS*, ambos disponíveis na plataforma PhET, que é um Portal que oferece gratuitamente diversos softwares de simulações de fenômenos Físicos, Químicos e Biológicos. Sendo analisados os conceitos de ondulatória que podem ser estudados com auxílio desses simuladores.

O terceiro capítulo é dedicado ao detalhamento da metodologia utilizada e os resultados obtidos com grupo de alunos participantes da pesquisa. Quanto à metodologia, os participantes da pesquisa foram alunos de duas turmas de 2º ano do Ensino Médio, de uma escola estadual do município de Parnaíba, onde o assunto de Física Ondulatória foi ministrado de maneira semelhante para as duas turmas, entretanto, para uma das turmas utilizou-se apenas a metodologia com recursos tradicionais de ensino (quadro, giz, livro e teorização). Para a outra turma, a aula sendo mediada com a utilização dos softwares de simulação mencionados anteriormente. Após o término das aulas, houve a aplicação de uma avaliação que abordava o conteúdo de Ondulatória para as duas turmas, com o objetivo de avaliar e comparar seus rendimentos. Em seguida, foi aplicado um questionário à turma que teve aulas mediadas com utilização dos softwares de simulação, com o objetivo de avaliar a aceitabilidade dos simuladores como ferramenta de apoio ao ensino de Física Ondulatória. Em seguida, discutiu-se os resultados da investigação.

As considerações finais apresentam ponderações sobre a relevância da experiência de ensino e reflexões sobre as análises feitas no terceiro capítulo. Trataremos também das contribuições e limitações existentes no trabalho.

## **CAPÍTULO 1**

### **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **1.1 INFORMÁTICA E SEU USO NA EDUCAÇÃO**

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (1999), a informática promove mudanças radicais na área da educação, e passa a ocupar um lugar central nos processos de desenvolvimento, sendo possível dizer que, nas próximas décadas, a educação se transformará mais rapidamente, em função de uma nova compreensão teórica sobre o papel da escola, estimulada pela incorporação das novas tecnologias.

A princípio a utilização de computadores com aplicações na educação era tão escassa quanto seu emprego comercial. Esse tipo de uso sempre foi uma problemática para os pesquisadores da área, preocupados com sua disseminação na sociedade. Assim que se iniciou a comercialização dos primeiros computadores com capacidade de programação e armazenamento de informação surgiram às primeiras experiências aplicadas a educação, onde o computador apenas armazenava a informação em uma sequência e transmitia ao aprendiz (VALENTE, 1999).

O uso de computadores com aplicação na educação é muito mais desafiadora, atrativa e diversa do que a simples transmissão de informação ao aprendiz. Seu objetivo principal no processo de aprendizagem é torná-lo ferramenta de ensino e, considerando o ensino de Física por meio desse equipamento, minimiza, ou supera a problemática gerada pelo ensino atual (CARDOSO, 2012). O computador pode ser também utilizado para enriquecer ambientes de aprendizagem e auxiliar o aprendiz no processo de construção do seu conhecimento.

Hoje a Informática na educação é colocada como ferramenta de apoio ao professor. Nesse nível, Borges (1999, p.136) considera que a informática é um instrumento a mais em aula, onde o professor é capaz de explorar as potencialidades dessa ferramenta, postas a sua disposição, quando afirma que.

O computador é explorado pelo professor especialista em sua potencialidade e capacidade, tornando possível simular, praticar ou vivenciar situações, podendo até sugerir conjecturas abstratas, fundamentais a compreensão de um conhecimento ou modelo de conhecimento que se está construindo.

A informática na educação a que propõe-se falar refere-se ao conhecimento sobre os potenciais educacionais do computador, onde o professor modifica adequadamente as atividades tradicionais de ensino-aprendizagem. Logo, o termo informática na educação, corresponde à utilização do computador no processo de ensino-aprendizagem de conteúdos curriculares de todos os níveis e modalidades de educação.

Valente (1999) afirma que, quando o aluno recebe informação do computador, este assume papel de máquina de ensinar, sendo responsável pela metodologia pedagógica adotada. Essas metodologias têm suas raízes nos métodos tradicionais de ensino, contudo ao invés de caneta, papel e livro didático é usado o computador. Ainda sobre a transmissão de informações para o aluno através do computador, o autor ainda relata que.

A abordagem que usa o computador como meio para transmitir a informação ao aluno mantém a prática pedagógica vigente. Na verdade, a máquina está sendo usada para informatizar os processos de ensino existentes. Isso tem facilitado a implantação do computador nas escolas, pois não quebra a dinâmica tradicional já adotada (Valente. 1999, p.2).

No momento que o aluno usa o computador para construir o seu conhecimento, o computador acaba se tornando uma máquina a ser ensinada, proporcionando condições para o estudante resolver problemas, e refletir sobre os resultados obtidos. Quando o aluno procura novos conteúdos e estratégias que enriquecem seu conhecimento sobre o conteúdo que está sendo estudado através do computador, essa procura acaba por promover a construção do conhecimento. Contudo, essa abordagem apresenta grandes desafios. A princípio o computador passa a ser uma nova maneira de representar o conhecimento, provocando uma mudança dos conceitos tradicionais existentes e propicia a compreensão de novas ideias e valores. Essa abordagem implica em uma análise cuidadosa do que significa aprender e ensinar, bem como o papel do professor nesse contexto. Posteriormente o desafio é a formação do professor, onde seu preparo não pode ser uma simples oportunidade para passar informações, mas deve proporcionar uma experiência que contextualiza o conhecimento que o professor constrói (VALENTE, 1999). O autor ainda afirma que.

É o contexto da escola, a prática dos professores e a presença dos seus alunos que determinam o que deve ser abordado nos cursos de formação. Assim, o processo de formação deve criar condições para o docente construir conhecimento sobre as técnicas computacionais, entender porque

e como integrar o computador na sua prática pedagógica, e ser capaz de superar barreiras de ordem administrativa e pedagógica, possibilitando a transição de um sistema fragmentado de ensino para uma abordagem integradora de conteúdo e voltada para a resolução de problemas específicos do interesse de cada aluno (Valente. 1999, p.2).

Sendo assim a utilização do computador na educação pode acontecer de duas maneiras: uma é fazer aquilo que o professor faz tradicionalmente, ou seja, passar a informação para o aluno; outra é usá-lo como um instrumento que auxilia na construção do conhecimento, com o auxílio de um professor preparado que saiba recontextualizar o aprendizado e as experiências vividas durante a sua formação para a sua realidade de sala de aula. Assim, o computador acaba tornando-se um recurso onde o aluno cria, pensa, e manipula a informação.

## 1.2 SOFTWARES NA EDUCAÇÃO

Os softwares educativos são programas que tem como finalidade o ensino ou o aprendizado, cujo objetivo central é fazer com que o aprendiz obtenha novos conhecimentos, e fazendo seu uso, tenha prazer em lidar com ele. Portanto trata-se de um programa de computador que visa atender necessidades e objetivos pedagógicos. Com relação ao computador ser considerado um potencial educacional, quando por meio deste são utilizados softwares de ensino-aprendizagem, Jucá (2006, p.23) afirma que.

Os elementos que mais contribuíram para que o computador se tornasse um dos mais versáteis mediadores tecnológicos no campo da Educação foram os programas e os protocolos de comunicação, que recebem o nome de software.

Algumas variações de significados surgiram em relação ao conceito de software educativo, pois um software educativo não é o mesmo que software educacional e nem baseado neste. Para Valente (1993), softwares educativos são utilizados como ferramentas didáticas e não como máquinas de ensinar, são vistos como uma ferramenta a favor da prática do professor e da construção da aprendizagem do aluno. É criado com a finalidade de levar o aluno a construir um determinado conhecimento referente a um conteúdo didático. O propósito de um software educativo é favorecer os processos de ensino-aprendizagem e sua característica principal é seu caráter didático (SOFFA, 2005). Já um software educacional é um programa de computador utilizado pela escola de forma

adequada, mas nem sempre produzido com o desígnio de emprego no sistema escolar.

Em meio às mais variadas ferramentas que ajudam os educandos no processo de aprendizagem, têm-se os softwares usados na educação, como um ampliador de potencialidades na capacitação e aperfeiçoamento de alunos. Nesse processo de utilização dos softwares, alguns parâmetros mais importantes devem ser atendidos e dizem respeito aos aspectos tecnológicos e pedagógico-metodológicos. Sette et al. (1999, p.23) explica as características que um software utilizado na educação deve possuir, em relação aos aspectos tecnológicos.

É importante que a interface apresente procedimentos simples, de fácil aprendizado e que não exijam uma representação longa. Que seja flexível, não requerendo demasiada rigidez em sua utilização (...). Ser atrativa é outra característica desejável para uma interface em um software. Em geral, os sentidos se deslumbram cada vez mais com cores, sons, imagens, animação etc. Alguns detalhes adicionais, no que se refere a propriedades específicas em uma interface, merecem ser considerados: o uso adequado de cores, garantindo uma melhor visibilidade dos componentes do produto; a quantidade de informações apresentadas na tela, procurando-se evitar a rolagem da mesma; a fonte escolhida, favorecendo a boa legibilidade; a existência de ícones e menus simples e significativos que facilitem sua utilização e orientem a exploração do ambiente.

Ainda sobre os aspectos tecnológicos, quanto à escolha do software, é importante que ele seja atrativo, despertando os sentidos com cores, imagens, animações, mas também é necessário que se reflita, visto que o uso excessivo destes recursos pode, na verdade, esconder a qualidade do software (MARTINS, 2005). Nos aspectos pedagógicos busca-se que o software desperte a curiosidade do estudante, estimule sua reflexão, o raciocínio e que propicie a construção do conhecimento. Segundo Sette et al. (1999, p.26) um software, quanto aos aspectos pedagógicos, deve apresentar as seguintes características:

Explore a criatividade, a iniciativa e a interatividade, propiciando ao aluno a postura ativa diante da máquina e do sistema; Desperte a curiosidade; Incentive o trabalho cooperativo e interdisciplinar; Estimule ou não a competitividade (de acordo com a linha pedagógica adotada) nas diversas dimensões (com relação aos colegas, ao computador, a si próprio etc.); Estimule à reflexão, o raciocínio, a compreensão de conceitos; Ressalte a importância do processo em vez do resultado obtido (ganhar ou perder, certo ou errado); Encoraje o alcance dos objetivos propostos, evitando-se as tentativas irrefletidas sobre o processo e levando-se em consideração a dimensão tempo; Provoque mudanças desejáveis no processo ensino/aprendizagem; Propicie a construção do conhecimento; Contemple aspectos de linguagem (faixa etária, gênero, ambiente...); Considere aspectos socioculturais, éticos, pedagógicos etc.; Estimule o aluno a propor e resolver problemas.

Ainda sobre o processo de utilização dos softwares empregados na educação Sette et al. (1999) relata o parâmetro que deve ser atendido e diz respeito as diretrizes curriculares.

Com a abertura e a flexibilidade da nova proposta referente à questão curricular, em que não existe mais o currículo mínimo, mas sim diretrizes curriculares relacionadas a valores desejáveis para a formação do aluno, cresce a possibilidade de utilização do software como instrumento de apoio ao desenvolvimento de projetos pedagógicos interdisciplinares. A exploração dos chamados temas transversais adquire nova dimensão quando estão associados à multiculturalidade, obtida via Internet (SETTE et al. 1999, p.29).

A decisão de utilizar um software educativo, como apoio ao processo de ensino-aprendizagem deve ser baseada em critérios que levem em consideração os mais variados aspectos, em relação aos recursos tecnológicos oferecidos e as possibilidades pedagógicas e metodológicas de seu uso no ensino. Essa proposta deve ainda estar de acordo com os objetivos claramente determinados pela proposta educacional que se deseja instaurar.

### 1.3 A RELAÇÃO ENTRE SOFTWARES, PROFESSORES E ALUNOS

Mesmo com o desenvolvimento tecnológicos na área da educação, a maioria dos modelos pedagógicos adotados nas escolas segue antigas práticas, onde o professor transmite o conteúdo de sua disciplina a alunos que, simplesmente, ouvem e assimilam o que é transmitido. Atualmente, esses modelos são confrontados com outras formas de ensino, mais criativas e de maior eficácia para garantir a aprendizagem. O uso de softwares educativos, que auxiliam tanto o professor quanto o aluno durante o processo de ensino-aprendizagem, possibilita ao professor condições para ministrar aulas de forma mais inovadora, seguindo as transformações que ocorrem quando o aluno passa a exercer sua independência na busca e seleção de informações e na resolução de problemas, tornando-se principal agente na construção do seu conhecimento (MACHADO, 2013).

Mattei (2001) afirma que os softwares devem promover uma maior interação entre o aluno, o professor e o ambiente de aprendizagem. Sendo o software apenas uma ferramenta, o professor tem papel preponderante de sua aplicação no processo educacional. Desse modo, ele deve participar de todas as etapas referentes ao uso do software na Educação: acesso, análise, experimentação, aquisição, utilização, avaliação e produção. Entretanto, quando nos referimos ao uso do computador na

educação, surge a ideia de que a utilização dessa ferramenta provoca hesitação em alguns professores menos informados, que se opõem e recusam seu uso em sala de aula, pois pensam que serão substituídos pela máquina. Nesse sentido Sette et al. (1999) traz à tona ideias a respeito do papel dos softwares de ensino.

Muitos imaginam que o uso de software na Educação é economicamente vantajoso, podendo substituir ou reduzir o tempo do professor junto ao aluno. Certos tipos de software se prestam à função de treinamento, à realização de atividades complementares às habituais, à pesquisa etc., substituindo, portanto aquele professor tradicional. No entanto, ao se considerar o relevante e essencial papel do educador de estimular a curiosidade, de motivar o aluno, de instigá-lo para a resolução de problemas, constata-se que o computador representa um apoio importante, mas não a substituição do professor (SETTE et al. 1999, p.31).

Mattei (2001) afirma que, muitos educadores estão preocupados com sua substituição pela máquina. Sendo que isto não acontece de fato, pois antes da tecnologia vem à metodologia, a filosofia educacional, e o papel do professor é primordial nesse processo. Porém ele deixa de ser o centro das atenções e passa a assumir a função de mediador nas atividades desenvolvidas, assumindo o papel de facilitador da aprendizagem. A escola que cria ambientes que estimulam as capacidades do aluno e pretenda fazê-lo pensar, respeitando os diversos modos de aprender, não precisa mais do professor que decide o que deve ser aprendido e ensinado, e sim, do professor aprendiz, que junto com seus alunos, pesquisa, debate, reflete e descobre o novo.

“Para que os professores tomem posse dos softwares educativos, é necessário que estejam capacitados para a utilização do computador como instrumento pedagógico” (TAJRA, 2012 apud TOLEDO, 2014, p.12). No momento em que são disponibilizados pela escola, softwares para auxílio em sala de aula, é preciso que o professor seja capaz de analisá-los de forma adequada às suas necessidades. Mesmo um software idealizado para mediar a aprendizagem pode deixar a desejar se a metodologia do professor não for adequada ou adaptada a situações específicas de aprendizagem, como afirma Teixeira (2003).

A utilização do computador na educação só faz sentido na medida em que os professores o concebem como uma ferramenta de auxílio as suas atividades didático-pedagógicas, como instrumento de planejamento e realização de projetos interdisciplinares, como elemento que motiva e ao mesmo tempo desafia o surgimento de novas práticas pedagógicas, tornando o processo ensino-aprendizagem uma atividade inovadora, dinâmica, participativa e interativa (Teixeira. 2003, p.20).

Já o papel do aluno, para Mattei (2001, p.5), é utilizar o computador como uma ferramenta que contribui para o seu desenvolvimento no momento atual e no futuro. O aluno deixa de ser passivo para se tornar ativo no seu processo de aprendizagem. Ele passa a desenvolver competências e habilidades, como ter autonomia, pensar, criar, aprender e pesquisar. Nesse sentido Toledo (2014) afirma que.

Nesse contexto, o aluno se torna o sujeito de sua aprendizagem, pois passa a manipular o equipamento, por meio do uso de diversos softwares educacionais, em diferentes modalidades, com o intuito de desenvolver algo, criando coisas, decidindo sobre as melhores soluções para os seus problemas, produzindo textos, manipulando banco de dados, controlando processos em tempo real, agindo diretamente sobre o software, obtendo, assim, ganhos relativos em qualidade de ensino e redescoberta da aprendizagem, comprovando que a relação entre conhecimento e interação promove a construção do conhecimento (Toledo. 2014, p.15).

Assim, o uso de softwares educativos pode mobilizar os alunos para a aprendizagem tanto de Física, como qualquer outra disciplina, sendo uma proposta importante para a contextualização. Relacionar as tecnologias a uma proposta educacional é aplicar a informática educativa no cotidiano escolar e a utilização de softwares educativos como auxílio pedagógico.

#### 1.4 ANÁLISE DOS DIFERENTES TIPOS DE SOFTWARE USADOS NA EDUCAÇÃO

A classificação dos softwares educativos acontece de acordo com o modo que o conhecimento é manipulado. Para Valente (1999), alguns softwares apresentam características que favorecem a compreensão, como no caso da programação. Já os softwares onde essas características não estão presentes, requerem uma maior participação do professor, criando situações complementares ao uso do software, com o objetivo de facilitar a compreensão, como no caso dos softwares tutoriais. A análise desses softwares permite classifica-los em níveis intermediários, quando consideramos a construção do conhecimento e o papel que o professor deve desempenhar para que essa construção ocorra. No entanto, cada um dos diferentes softwares aplicados na educação, como os tutoriais, a programação, o processador de texto, os softwares multimídia, os jogos, e as simulações e modelagens, apresenta características que facilitam o processo de construção do

conhecimento. Logo, é isso que deve ser analisado, quando escolhemos um software para ser usado em situações educacionais.

## Tutoriais

Nos Softwares Educacionais Tutoriais é adotado o método tradicional usado em sala de aula onde o aluno escolhe o que deseja estudar, geralmente são ricos em inovações tecnológicas (hipertextos, interface com sons, imagens, animações, etc.) e seu conteúdo é predefinido, com isso tendo que escolher entre as opções existentes (VALENTE, 1999). Sobre esse tipo de software o autor explica que.

Um tutorial é um software no qual a informação é organizada de acordo com uma sequência pedagógica particular e apresentada ao estudante, seguindo essa sequência ou então o aprendiz pode escolher a informação que desejar (Valente. 1999, p.90).

São programas que possibilitam o acesso ao conteúdo didático por meio de ícones. O programa ensina o aluno, fornecendo informações, em seguida faz perguntas de forma a verificar se o mesmo compreendeu a lição. Esta relação garante a ação do aluno, uma vez que são colocadas questões, onde ele deve reagir ou responder. Estes softwares apresentam conceitos e instruções para realizar algumas tarefas específicas, como possibilitar que o aluno avance para novos problemas ou repeti-los (SANCHO, 1998).

Valente (1999) destaca que, a limitação do tutorial está na capacidade de verificar se a informação foi processada pelo usuário. O autor afirma que é difícil um tutorial ter condições de corrigir a solução de um problema com mais de um tipo de solução, onde o aluno explora diferentes níveis de compreensão de um conceito e exercita sua criatividade. Sendo assim, a tarefa de verificar se houve ou não construção de conhecimento deve ser feita pelo professor.

## Programação

Quando o aluno programa o computador, este se torna uma ferramenta para solucionar problemas. O programa produzido utiliza conceitos, estratégias e um método para resolução de problemas. Assim, a realização de um programa exige que o aluno processe informação, transforme-a em conhecimento que é evidenciado no programa (VALENTE, 1999).

Grzesiuk (2008) em seu trabalho intitulado “O uso da informática na sala de aula como ferramenta de auxílio no processo ensino-aprendizagem” afirma que “O conceito de programação tem como objetivo executar resoluções de problemas, o aluno processa a informação e a transforma em conhecimento.” Esse tipo de atividade identifica ações de extrema importância para aquisição de novos conhecimentos: descrição<sup>1</sup>, execução<sup>2</sup>, reflexão<sup>3</sup> e depuração<sup>4</sup>. No entanto, esse ciclo deve possuir um interventor que saiba o significado do processo de construção do conhecimento, que colabore positivamente neste processo.

### Processador de Texto

Nos aplicativos processadores de texto, as ações do aluno são analisadas em função do ciclo descrição-execução-reflexão-depuração. No momento em que ele escreve um texto, usando um processador de texto, a interação com o computador é mediada pelo dialeto e pelos comandos feitos no processador de texto para formatar o texto. Em relação às ações para aquisição de novos conhecimentos, a reflexão e depuração nessa atividade são somente possíveis em termos do formato do texto, Grzesiuk (2008, p.19) explica que.

Os processadores de texto são ferramentas simples de usar e colaboram com as expressões escritas dos pensamentos, as ações do aluno são analisadas baseadas no ciclo que contém descrição, execução, reflexão e depuração. Mas neste caso a reflexão e a depuração do conteúdo não são facilitadas pela execução do computador (...). Com relação ao conteúdo, não ocorre uma comparação entre as ideias originais e o que foi escrito, o aluno pode ler o texto, mas o computador não pode executá-lo.

Nesse contexto, Valente (1999) explica que o computador não fornece informações essenciais para o aluno compreender o seu nível de conhecimento, alcançando níveis mais complexos de compreensão e de conceituação. Assim, o processador de texto não possui características que ajudam no processo de construção do conhecimento e, compreensão de ideias. A assimilação só acontece quando outra pessoa lê o texto e fornece uma opinião.

---

<sup>1</sup>Descrição da resolução do problema em termos da linguagem de programação (GRZESIUK, 2008).

<sup>2</sup>Execução dessa descrição pelo computador (GRZESIUK, 2008).

<sup>3</sup>Reflexão sobre o que foi produzido pelo computador (GRZESIUK, 2008).

<sup>4</sup>Depuração dos conhecimentos por intermédio da busca de novas informações ou do pensar (GRZESIUK, 2008).

## Multimídia e Internet

Vieira (2000) em seu trabalho intitulado “Avaliação de software educativo: reflexões para uma análise criteriosa” cita que “o software multimídia oferece um grande contato com textos, imagens, sons e outras interatividades que o tornam mais interessante, porém este tipo se assemelha com o tutorial e reduz a função do usuário a apenas responder perguntas apresentadas em sua tela”. Assim, o aluno recebe informações, mas não tem a possibilidade de construir o seu próprio conhecimento. No outro caso, com o uso da Internet, o aluno pode pesquisar em diferentes fontes determinado assunto e chegar a uma conclusão após a reflexão que fez das informações obtidas. Nestes dois tipos, o professor deve agir como mediador, para que haja uma organização e um real entendimento do que foi apresentado ao estudante. Nesse contexto, Grzesiuk (2008, p.21) concorda, ao passo que relata.

Esse tipo de software educacional auxilia o aluno a adquirir informação, mas não a compreender ou construir conhecimento com a informação obtida. Neste caso, cabe ao professor remediar essa situação para que o conhecimento seja construído.

O software multimídia tem se tornado mais interessante e criativo. Entretanto, o aluno está limitado ao que o software tem disponível. Quando um software não tem o que é desejado, outro deve ser adquirido. Considerando também que o fato da navegação pode manter o aluno ocupado por muito tempo, sendo que muito pouco pode ser compreendido e transformado em conhecimento que possa ser aplicado de modo significativo. Essa limitação também é encontrada nas atividades de navegação na Internet. Nessa situação, as explorações são amplas e pode-se gastar muito tempo, com um baixo custo. Porém com pouca chance de construção de conhecimento e de compreensão do que se faz (VALENTE, 1999).

## Jogos

Inicialmente programado para divertir, são conhecidos por possuir grande valor pedagógico, sendo defendido por profissionais da educação por acreditarem que o aluno desenvolve melhor sua capacidade de aprender quando é livre para descobrir as relações existentes em um dado contexto (VALENTE, 1999).

Normalmente não precisam de uma instrução detalhada sobre o que está sendo proposto na atividade, o que faz com que o aluno seja construtor do seu próprio conhecimento. São compostos por desafios a serem realizados e, utilizam níveis ou fases, onde o grau de dificuldade aumenta e o modo de solucionar os problemas vai se modificando (CANAL, 2012). A esse respeito Valente (1999, p.96) relata que.

Em geral, os jogos tentam desafiar e motivar o aprendiz, envolvendo-o em uma competição com a máquina ou com colegas. A maneira mais simples de se fazer isso é, por exemplo, apresentando perguntas em um tutorial e contabilizando as respostas certas e erradas. Neste caso, pode-se dizer que as ações do aprendiz são mais semelhantes ao que acontece em um tutorial.

O software perde sua proposta pedagógica, quando os alunos buscam apenas passar de nível até completar o jogo, enfatizando, apenas o divertimento e não o aprendizado (CANAL, 2012). A respeito das dificuldades apresentadas pelos jogos, eles têm a função de envolver o aprendiz em uma competição e essa mesma competição pode desfavorecer o processo de aprendizagem, quando dificultando o processo de tomada de consciência do que o aprendiz está fazendo e, com isso, dificultando a depuração e, por conseguinte, a melhora do nível mental. É importante lembrar que isso não é um problema dos jogos computacionais (VALENTE, 1999).

### Simulação e Modelagem

Na simulação, um suposto fenômeno pode ser simulado no computador, bastando que um modelo desse fenômeno seja produzido na máquina. Cabendo ao usuário, a alteração de certos parâmetros e a observação do fenômeno. Na modelagem, o modelo do fenômeno é criado pelo usuário, que utiliza recursos de um sistema computacional para efetua-lo. Sendo assim, a diferença entre ambos está em quem desenvolve o seu modelo e em quem escolhe o fenômeno. Nos softwares de simulação, isso é feito e fornecido ao aprendiz. Já nos de modelagem, é o usuário que escolhe o fenômeno, desenvolve o seu modelo e executa no computador (VALENTE, 1999).

Os softwares de simulação são conhecidos por apresentarem gráficos de qualidade e por aproximar o usuário com situações difíceis de acontecer na vida real (CANAL, 2012).

Na simulação fechada, o fenômeno é primeiramente elaborado no

computador e os valores de alguns parâmetros podem ser alterados pelo usuário. Feito isso, o usuário acompanha, pelo computador, o desenvolvimento desse fenômeno. Nesse sentido, sua ação é muito semelhante ao que acontece quando se usa um tutorial. Na simulação aberta, o usuário é motivado a executar ou descrever algumas características do fenômeno. A simulação pode proporcionar algumas situações já definidas e outras devem ser complementadas pelo usuário. Em consequência exige que o mesmo se envolva com o fenômeno, procure descrevê-lo em relação aos comandos e facilidades e analise variações que ocorrem no fenômeno e como elas influenciam o seu comportamento. O envolvimento entre o fenômeno e o usuário proporciona a este elaborar uma série de hipóteses e ideias que serão aceitas por intermédio do processo de simulação do fenômeno (VALENTE, 1999).

É importante a presença de um mediador, o professor, para que os alunos não criem uma visão distorcida da realidade. Pois, com um simples comando certas situações podem ser controladas ou modificadas (CANAL, 2012).

## 1.5 O USO DE SOFTWARES NO ENSINO DE FÍSICA

A Física é uma ciência exata e por apresentar conceitos abstratos e uma modelagem matemática, acaba se tornando difícil aos olhos dos alunos. Acredita-se que a maior parte dos problemas dessa disciplina esteja na forma como ela é abordada. São cálculos, desenhos e gráficos soltos em folhas de exercícios, sem nenhuma significação real para eles. É uma disciplina de popularidade negativa e por não parecer muito aprazível, é responsável por altos índices de reprovação e de evasão escolar. Atualmente existem muitos recursos, principalmente tecnológicos, que têm como objetivo facilitar a aprendizagem e, consequentemente, a aquisição do conhecimento (CARDOSO, 2012).

A Física sempre teve uma relação muito especial com as tecnologias, desde os computadores, os simuladores, sistemas multimídia e a internet. O uso de tecnologias no ensino de Física proporciona novas formas de ensinar e de aprender. Essas novas formas vêm provocando uma revolução nas práticas tradicionais de ensino que avançam em direção a uma prática pedagógica interdisciplinar. Entende-se o papel do computador no ensino de Física, como facilitador do processo de ensino e aprendizagem, uma ferramenta que, serve como apoio pedagógico para a diversificação do ensino dessa disciplina (CARDOSO, 2012).

Há muito tempo vem se discutindo acerca da utilização de computadores nas escolas, principalmente do uso da internet e de softwares educativos em sala de aula. Vários estudiosos da área propõem e analisam atividades mediadas por recursos tecnológicos. Têm-se atualmente os recursos computacionais como uma ferramenta que deve ser explorada em todo o seu potencial educacional. Uma proposta para o ensino de Física é o uso de softwares, onde o professor e o aluno trocam conhecimentos e analisam os resultados dos fenômenos físicos através da simulação computacional que pode contribuir para a melhoria do ensino de Física ao facilitar a animação de sistemas dinâmicos, que, em geral, é feita a partir de diagramas estáticos (TAVARES, 2008).

Das variadas possibilidades de utilização do computador no ensino de Física, trataremos das simulações através de softwares. Já vimos anteriormente que o programa de simulação é a combinação de um conjunto de variáveis de modo a reproduzir as leis que interpretam um fenômeno. Então ao simularmos um fenômeno no computador estamos programando um computador de forma a fazê-lo reproduzir de forma clara um fenômeno através das leis que conhecemos e acreditamos ser suficientes para sua explicação, e reprodução de resultados. Sendo assim, um software de simulação apenas representa aquilo que acontece na realidade, ou seja, apenas simula uma série de situações Físicas.

Cardoso (2012) afirma que a simulação computacional faz do aprendiz parte ativa no processo de ensino e aprendizagem, pois proporciona interatividade, permitindo que o aluno realize atividades conceituais que levam a uma aprendizagem significativa, do tema que esta sendo abordado. Além disso, a utilização de simulações computacionais promove a diversificação das aulas de Física. O autor ainda destaca, a respeito das simulações computacionais, como mecanismo que não substitui os mecanismos tradicionais.

Entende-se que a simulação não deve ocupar todo o processo de ensino de Física, substituindo artifícios e materiais usados tradicionalmente por alunos e professores. A simulação computacional deve ser usada como ferramenta de ensino de maneira consciente e estruturada, fazendo parte das atividades dos alunos de forma constante (CARDOSO. 2012, p.896).

Assim o uso do computador no ensino de Física, com utilização de softwares de simulações pode facilitar o ensino, mas não oferece garantias de sucesso (FREITAS, 2008). Também é importante ressaltar que a simulação de experimento utilizando computadores é justificável e, em alguns casos até preferível, devido ao fato de que algumas experiências importantes serem de difícil manipulação para

alunos do ensino médio. O software pode simular tais procedimentos, além de proporcionar em alguns casos a simulação do que ocorre em nível microscópico, fator que é preponderante para o aprendizado. Há também que se considerar que inúmeras escolas não possuem laboratório de ciências, ou mesmo um espaço adequado que seja destinado a tais experiências (CARDOSO, 2012).

Existem atualmente vários softwares de simulação disponíveis para fins educacionais. Vários softwares para o ensino de Física estão disponíveis, seja na Internet ou que são comercializados no mercado de materiais educacionais. Quanto aos disponíveis na rede, muitos deles são gratuitos podendo ser acessados em praticamente qualquer lugar sem que haja a necessidade de vínculo com instituições de ensino para seu uso, e tanto podem ser usados on-line ou seu download pode ser feito para o computador. Assim, o estudante pode usar o software na escola, no tempo disponível entre as aulas e depois continuar sua utilização em sua própria casa.

Dentre as plataformas que disponibiliza softwares gratuitos, destaca-se o Phet Interactive Simulations (PhET) da Universidade do Colorado. O site<sup>5</sup>, que oferece os laboratórios virtuais mais explorados pela comunidade de professores de Física, é desenvolvido pelo grupo do físico americano Carl Wieman<sup>6</sup>. Pinheiro (2015, p. 2047), afirma que.

O PhET é um Portal que oferece gratuitamente muitos softwares de simulações de fenômenos Físicos, Químicos e Biológicos baseados em pesquisas realizadas por vários pesquisadores de diversas Universidades do mundo. O objetivo desse projeto é auxiliar os professores com o material de apoio em aulas teóricas, bem como ajudar os alunos a compreenderem os conceitos teóricos abstratos de forma interativa e divertida.

A abordagem que o PhET apresenta, se baseia em pesquisa, na qual as simulações são produzidas, desenvolvidas e avaliadas antes de serem publicadas. A equipe do PhET busca realizar uma avaliação da eficiência dos softwares no processo ensino-aprendizagem, onde são testadas com estudantes em sala de aula. As entrevistas realizadas com os estudantes são fundamentais para o entendimento de como acontece a interação com as simulações e o que as torna efetivas pedagogicamente (MIRADA, 2013). Esse controle de qualidade faz com que as simulações produzidas e disponibilizadas no PhET sejam, cada vez mais, utilizadas

---

<sup>5</sup>Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/).

<sup>6</sup>Carl Wieman nasceu em 26 de março de 1951, nos EUA. Recebeu o Nobel de Física de 2001, juntamente com Eric Allin Cornell, pela criação experimental do condensado de Bose-Einstein.

nas práticas pedagógicas dos professores de Física do mundo inteiro, por seu grau de confiabilidade.

Para Miranda (2013), uma das funções principais do software de simulação consiste em ser uma efetiva ferramenta de aprendizagem, enriquecendo bons currículos e os esforços de professores. O uso pedagógico da simulação pode ajudar a introduzir um novo tópico, construir conceitos e, fortalecer ideias. A utilização desse recurso pelo professor pode ser muito diversificado, com aulas expositivas, atividades em grupos na sala de aula, tarefas em casa ou no laboratório. O autor afirma que é recomendada a utilização de simulações quando o professor dispõe apenas da exposição teórica de conteúdos.

## CAPÍTULO 2

### OS SOFTWARES DE SIMULAÇÃO UTILIZADOS NA PESQUISA

#### 2.1 DESCRIÇÃO DO SOFTWARE *ONDA EM CORDA*

A figura 1 nos mostra o simulador *ONDA EM CORDA*<sup>7</sup>, que é um software gratuito, disponível na plataforma *PhET INTERACTIVE SIMULATIONS*<sup>8</sup>, site que oferece simulações de matemática e ciências divertidas, interativas, grátis, baseadas em pesquisas. Segundo informação do site, as simulações são testadas e avaliadas extensivamente para assegurar a eficácia educacional. Estes testes incluem entrevistas de estudantes e observação do uso de simulação em salas de aula. As simulações são escritas em Java, Flash ou HTML5, e podem ser executadas on-line ou copiadas para o computador. Sendo todas as simulações de código aberto.

O software em questão permite realizar a análise das propriedades de onda utilizando um vocabulário comum, e prevê o comportamento das ondas em diferentes meios e seus extremos. Pode-se ainda ajustar a frequência e a amplitude de um oscilador e observar uma corda vibrar em câmera lenta.

O software *ONDA EM CORDA* é baseado em plataforma HTML5, permitindo com que os programas que utilizem essa plataforma possam ser utilizados em praticamente qualquer sistema operacional. Sendo construído nessa plataforma, o software exige que o sistema operacional tenha a máquina virtual *Java* ou o programa *Flash* instalado. O software pode ser baixado gratuitamente da internet diretamente na página do *PhET INTERACTIVE SIMULATIONS*.

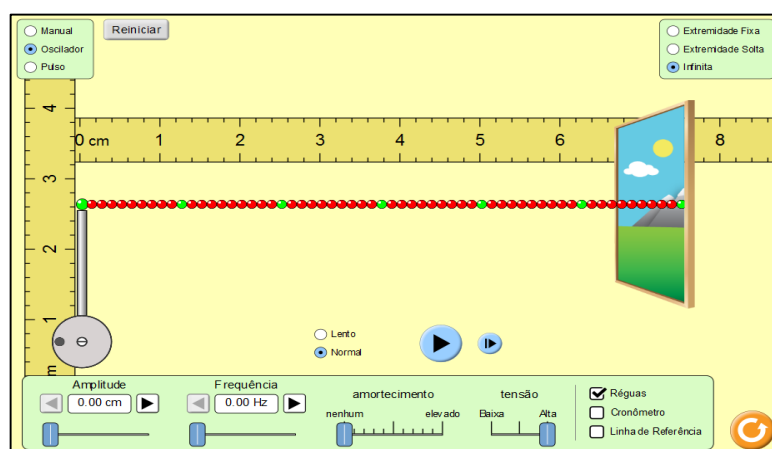


Figura 1: Tela inicial do *ONDA EM CORDA*, na função oscilador e extremidade infinita.

<sup>7</sup>Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/wave-on-a-string](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/wave-on-a-string).

<sup>8</sup>Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/).

## 2.2 CONCEITOS DE FÍSICA ONDULATÓRIA QUE PODEM SER ESTUDADOS COM AUXÍLIO DO SOFTWARE ONDA EM CORDA

O uso deste software pretende relacionar o estudo das principais características das ondas através de simulações feitas por computador, tais como: Ondas transversais, grandezas Físicas associadas às ondas, velocidade de propagação de uma onda periódica, velocidade de propagação de ondas transversais em cordas tensas, e ainda, explorar as propriedades de reflexão de ondas transversais nas extremidades de cordas.

### 2.2.1 Ondas transversais

Uma onda que se propaga em uma corda esticada é a mais simples das ondas mecânicas. O software estudado, *ONDA EM CORDA*, utiliza ondas transversais em suas aplicações.

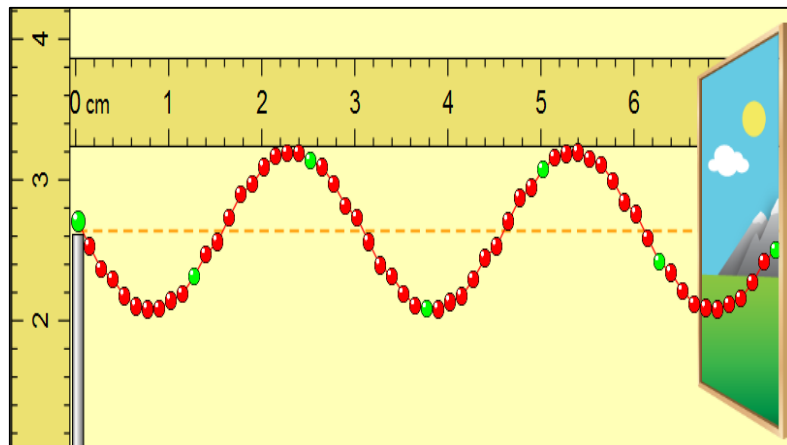


Figura 2: Simulação de ondas transversais através do software *ONDA EM CORDA*

Se uma extremidade da corda executa um Movimento Harmônico Simples (MHS), uma onda contínua se propagará ao longo da corda com velocidade  $v$ . A onda tem a forma senoidal em qualquer instante, isto é, a onda possui a forma da curva seno ou co-seno. Um modo de estudar as ondas é examinar a forma da onda, ou seja, a forma assumida pela corda em um dado instante. Outro modo consiste em observar o movimento de um elemento da corda enquanto oscila para cima e para baixo por causa da passagem da onda. Usando o segundo método, constatamos que o deslocamento da corda é perpendicular à direção de propagação da onda. Este movimento é chamado de **transversal** e dizemos que a onda que se propaga

em corda é uma **onda transversal** (HALLIDAY e RESNICK, 2012).

### 2.2.2 Grandezas Físicas associadas às ondas

Para descrever perfeitamente uma onda em uma corda (e o movimento de qualquer elemento da corda), precisamos de uma função que forneça a forma da onda. Isso significa que necessitamos de uma relação da forma:

$$y = h(x, t) \quad (1)$$

Onde  $y$  é o deslocamento transversal de um elemento da corda e  $h$  é uma função do tempo  $t$  e da posição  $x$  do elemento na corda, que descreve o perfil da onda. No caso das ondas harmônicas, a forma senoidal produzida na figura 2, pode ser descrita tomando  $h$  como uma função seno ou co-seno. Quando uma onda passa por elementos (ou seja, por trechos muito pequenos) da corda, os elementos oscilam paralelamente ao eixo  $y$ . Em um instante  $t$ , o deslocamento  $y$  do elemento da corda situado na posição  $x$  é dado por:

$$y(x, t) = A \sin(kx - \omega t). \quad (2)$$

Em que  $A$  é a amplitude da onda,  $k$  é o número de onda,  $\omega$  é a frequência angular e  $kx - \omega t$  é a fase. O comprimento de onda  $\lambda$  está relacionado à  $k$  através da equação.

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad (3)$$

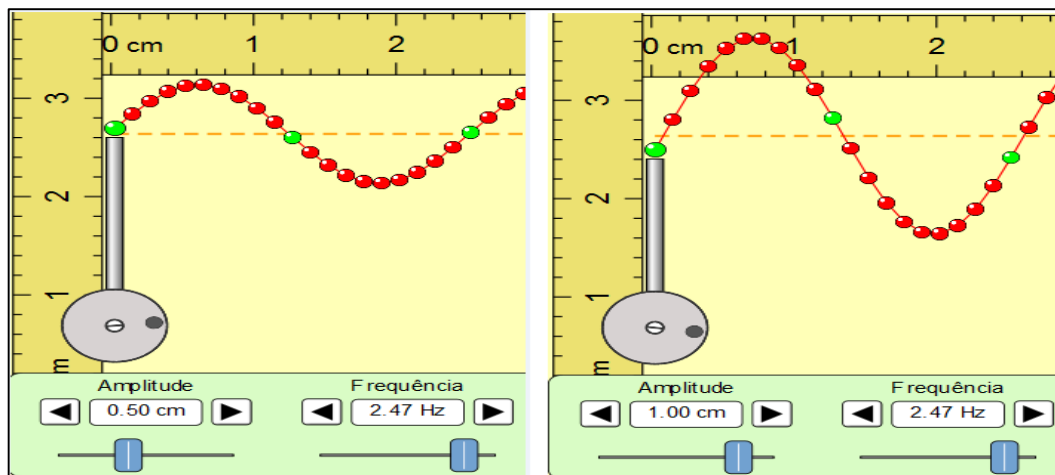
O período  $T$  e a frequência  $f$  da onda estão relacionados à  $\omega$  através da equação.

$$\frac{\omega}{2\pi} = f = \frac{1}{T} \quad (4)$$

De acordo com a observação e o estudo dos fenômenos ondulatórios, percebemos a necessidade de definirmos várias grandezas Físicas associadas a

uma onda, sendo as principais: a amplitude ( $A$ ), o período ( $T$ ), a frequência ( $f$ ), o comprimento de onda ( $\lambda$ ). A representação gráfica de uma onda e suas propriedades podem ser visualizadas no software estudado.

A **amplitude** ( $A$ ) de uma onda é o módulo do deslocamento máximo de uma partícula do meio com relação à posição de equilíbrio (SERWAY, 2012). Como  $A$  é um módulo, é sempre uma grandeza positiva, mesmo que seja medido para baixo. Quanto maior for a amplitude, maior será a quantidade de energia transportada (HALLIDAY e RESNICK, 2012). A figura 3 ilustra a simulação do comportamento de uma onda, quando a amplitude de movimento é alterada. Pode-se notar que é possível variar a amplitude clicando no botão deslizante correspondente desta função.



(a) amplitude de 0,50 cm

(b) amplitude de 1,00 cm

Figura 3: (a) Programa configurado para simular onda com amplitude de 0,50 cm. (b) Programa configurado para simular onda com amplitude de 1,00 cm

A **frequência** ( $f$ ) é uma grandeza Física que indica o número de ocorrências de um evento (ciclos, voltas, oscilações) em um determinado intervalo de tempo. Alternativamente, podemos medir o tempo decorrido para uma oscilação. Esse tempo em particular recebe o nome de **período** ( $T$ ). Desse modo, a frequência é o inverso do período.

$$f = \frac{1}{T} \quad (5)$$

A figura 4 ilustra a simulação do comportamento de uma onda quando a frequência de oscilação é alterada. Pode-se notar que é possível variar a frequência clicando no botão deslizante correspondente desta função.

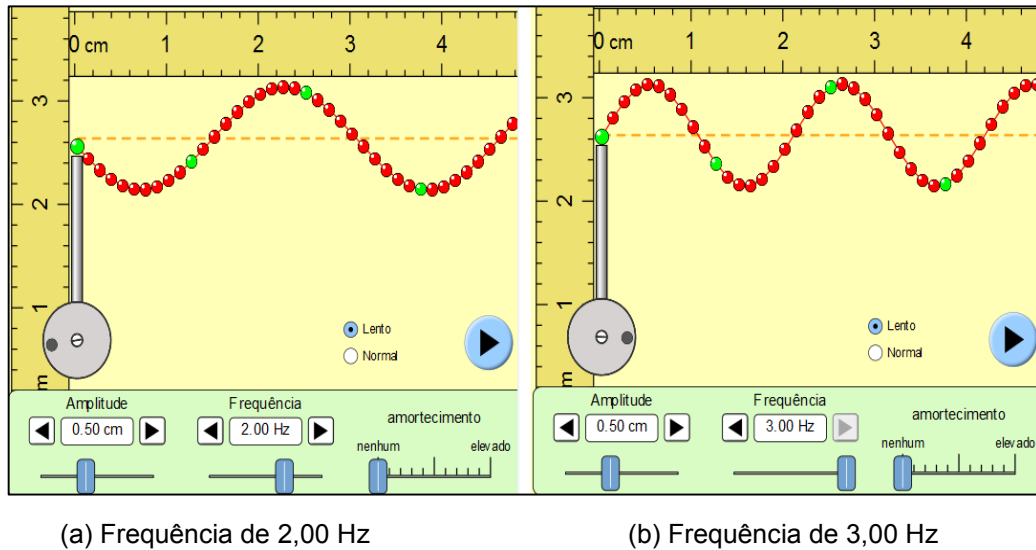


Figura 4: (a) Programa configurado para simular onda com frequência de 2,00 Hz.  
(b) Programa configurado para simular onda com frequência de 3,00 Hz

O **comprimento de onda** é a distância mínima entre quaisquer dois pontos idênticos em uma onda. Por exemplo, cristas adjacentes ou depressões adjacentes. O símbolo  $\lambda$  (lambda grego) é utilizado para denotar o comprimento de onda (SERWAY, 2012).

### 2.2.3 Velocidade de propagação de uma onda harmônica

Quando uma onda se propaga através de um meio, ela percorre uma distancia igual seu comprimento de onda, em um intervalo de tempo igual ao período. Em um meio homogêneo, a velocidade de propagação ( $v$ ) de uma onda é constante, valendo a relação:

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f \quad (6)$$

Bôas (2010, p.199) afirma que essa relação é fundamental e se aplica à propagação de todas as ondas.

### 2.2.4 Velocidade de propagação de ondas transversais em cordas tensas

Serway (2012, p.468) afirma que a velocidade de uma onda que se desloca através de uma corda esticada tendo massa por unidade de comprimento

(densidade linear  $\delta$ ) e tensão ( $T$ ). É dada por:

$$v = \sqrt{\frac{T}{\delta}} \quad (7)$$

Como as cordas em geral são cilíndricas, Bôas (2010, p.201) escreve essa relação em termos da densidade volumétrica ( $\mu$ ).

$$v = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{F}{\mu\pi}} \quad (8)$$

### 2.2.5 Reflexão

A respeito desse fenômeno ondulatório, podemos dizer que uma onda que se propaga em um meio sofre reflexão quando, após incidir em um segundo meio de características diferentes, voltam a se propagar no meio original. Qualquer que seja o tipo de onda, o módulo de sua velocidade de propagação não se altera na reflexão, pois ela continua a propagar-se no mesmo meio em que estava. Como a frequência é uma característica da onda que se mantém sempre constante, o comprimento de onda também não varia na reflexão (BÔAS, 2010).

#### 2.2.5.1 Reflexão de ondas transversais em cordas

No lado superior direito da figura 1, o software estudado permite a análise da reflexão de pulsos ou da reflexão de ondas transversais nas extremidades de cordas em dois tipos: em extremidade fixa, em extremidade solta, e ainda permite a análise da extremidade a uma distância infinita da fonte de vibrações.

Em extremidade fixa:

Essa opção aparece pré-configurada quando carregamos a simulação. A figura 5 ilustra a simulação do comportamento da onda quando um pulso atinge uma extremidade fixa. Pode-se notar que o ponto fixo reage sobre a corda, gerando um pulso refletido invertido em relação ao pulso incidente.

O pulso gerado, à medida que passa pelos pontos da corda, faz cada um deles subir e descer. No entanto, quando esse pulso atinge uma extremidade fixa, ela não se move e, pela 3ª Lei de Newton (princípio da Ação e Reação), reage sobre a corda, com uma força de igual intensidade e sentido contrário, gerando um pulso refletido invertido em relação ao pulso incidente. Diz-se, então que o pulso refletido está em oposição de fase em relação ao pulso incidente. O pulso incidente e o refletido tendem a produzir deslocamentos opostos na extremidade da corda, de modo que este ponto permanece fixo. Esta situação é considerada de interferência destrutiva completa (RESNICK, 2014).

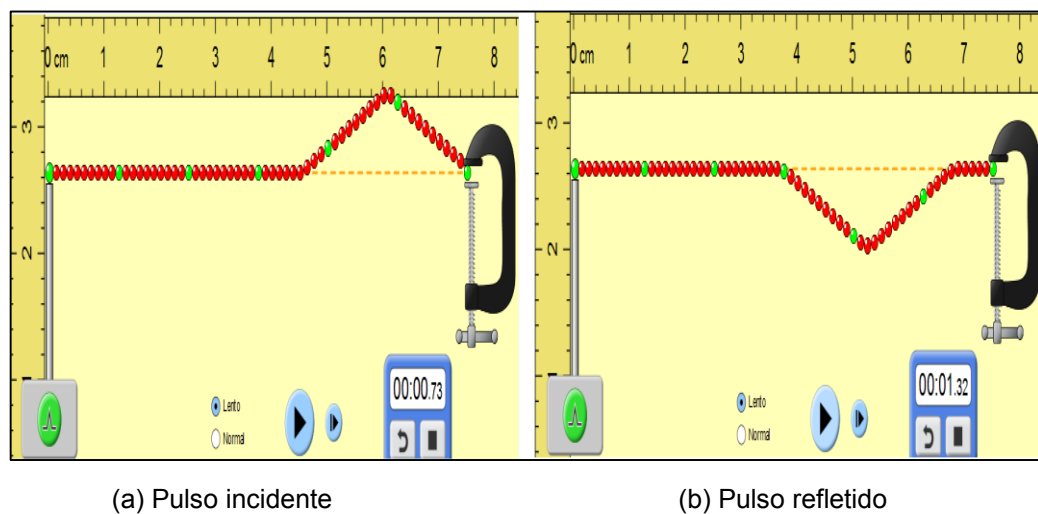


Figura 5: Simulação da Reflexão de ondas transversais em cordas com extremidade fixa

A reflexão numa extremidade fixa produz uma defasagem de  $180^\circ$ . A razão Física deste resultado é que, ao atingir a origem, o pulso iria provocar um determinado deslocamento: para permanecer fixa, a extremidade tem de reagir (reação de suporte) produzindo um deslocamento igual e contrário, que gera a imagem invertida (NUSSENZVEIG, 2002).

Em extremidade solta:

No software a extremidade solta está sendo idealizada como um anel leve, que pode deslizar sem atrito ao longo de uma haste. Com essa opção, você modifica o modo como às ondas são refletidas na extremidade da corda.

A simulação da reflexão de um pulso na extremidade livre de uma corda tensa está representada na figura 6. Quando o pulso atinge a extremidade livre, ele exerce

uma força sobre o anel, que é acelerado e se movimenta para além do seu ponto de equilíbrio, gerando uma força de reação na corda. Força essa que cria um pulso que retorna ao longo da corda em sentido contrário ao pulso incidente. Tal fato é facilmente aceitável, pois se alguém executasse no anel um movimento de sobe e desce, seria gerado um pulso que se propagaria para a esquerda com as mesmas características do pulso refletido. As partículas da corda na extremidade solta são as que sofrem o deslocamento máximo; dois trens de onda, um incidente e outro refletido devem interferir construtivamente no ponto onde houver deslocamento máximo. Logo, a onda refletida estará sempre em fase com a onda refletida nesse ponto (RESNICK, 2014).

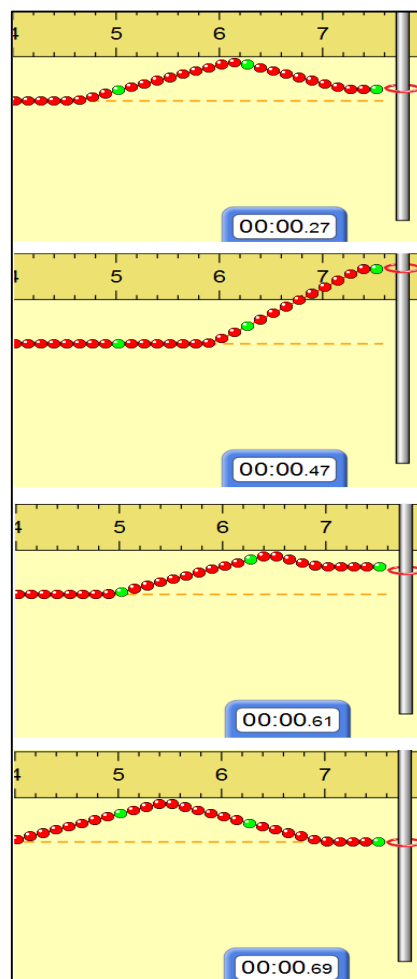


Figura 6: Simulação da Reflexão de ondas transversais em cordas com extremidade solta

Em extremidade infinita:

O simulador configurado nessa função (figura 7), extremidade a uma distância infinita da fonte de vibrações, impede que as ondas produzidas pela fonte sejam

refletidas na extremidade da corda. Para compreender os conceitos centrais do fenômeno ondulatório é muito útil ignorar, inicialmente, os efeitos da reflexão.

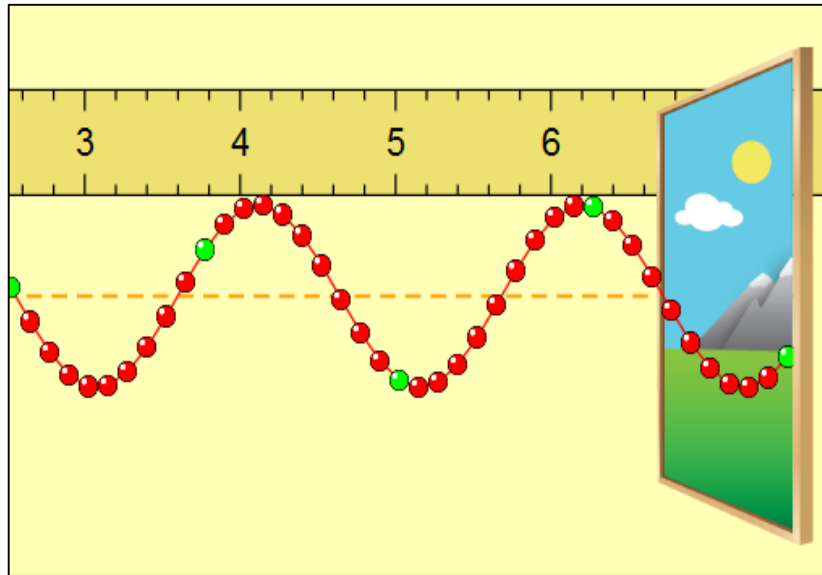


Figura 7: Programa habilitado na configuração de extremidade infinita

### 2.3 DESCRIÇÃO DO SOFTWARE *INTERFERÊNCIA DE ONDAS*

Assim como o anterior, o simulador *INTERFERÊNCIA DE ONDAS*<sup>9</sup> ilustrado na figura 8, é um software gratuito, disponível na plataforma *PhET INTERACTIVE SIMULATIONS*, e permite realizar a análise de padrões de interferência em onda bidimensionais. É possível usar múltiplas fontes com diferentes espaçamentos e ver mudança no padrão de interferência, encontrar pontos de interferência construtiva e destrutiva com o olho e usando detectores, e ainda colocar uma barreira para ver como as ondas se movem através de uma ou duas fendas podendo-se analisar que tipo de padrão as fendas criam.

O *INTERFERÊNCIA DE ONDAS* é baseado em plataforma *Java*, permitindo com que os programas que utilizem essa plataforma possam ser utilizados em praticamente qualquer sistema operacional. Sendo construído nessa plataforma, o *software* exige que o sistema operacional tenha a máquina virtual *Java* instalada. O software pode ser baixado gratuitamente da *internet* diretamente na página do PhET.

<sup>9</sup>Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/legacy/wave-interference](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/wave-interference).

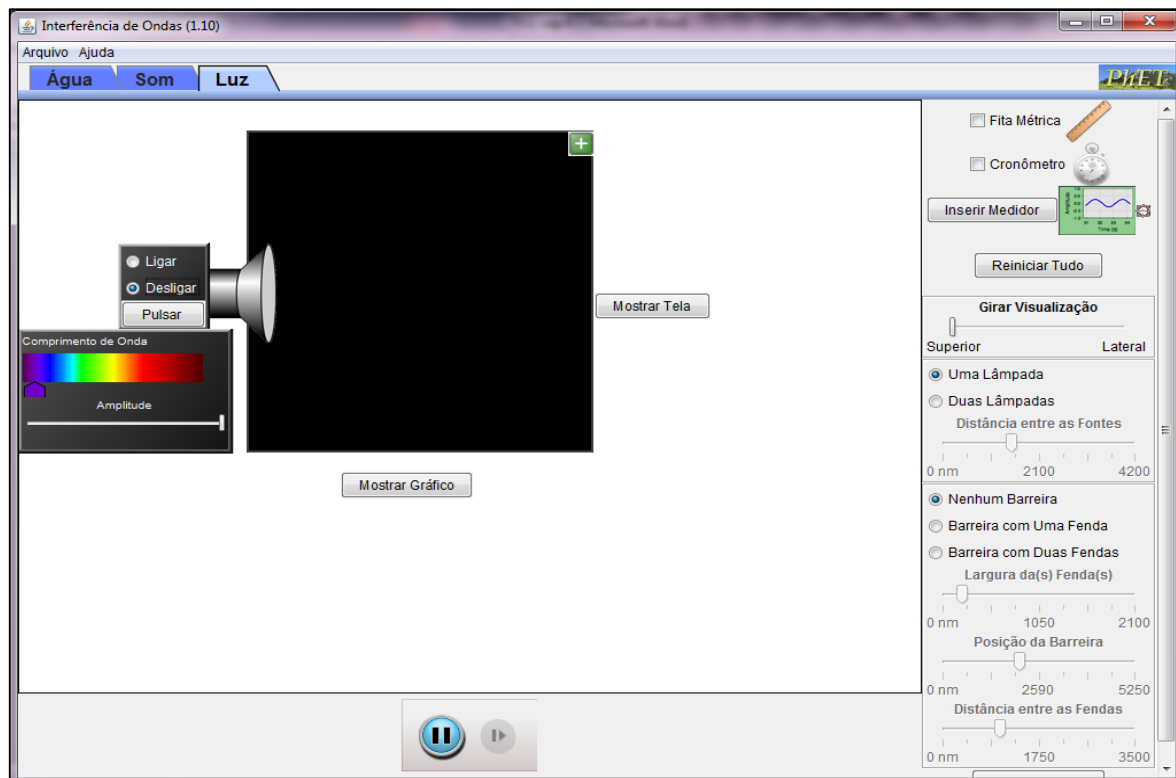


Figura 8: Tela inicial do software *INTERFERÊNCIA DE ONDAS*

## 2.4 CONCEITOS DE FÍSICA ONDULATÓRIA QUE PODEM SER ESTUDADOS COM AUXÍLIO DO SOFTWARE INTERFERÊNCIA DE ONDAS

O uso deste software pretende relacionar o estudo da interferência de ondas bidimensionais, através da superposição de ondas. Também permite analisar o estudo da difração de ondas, e associar a interferência de dupla fenda com a experiência de Young.

### 2.4.1. Interferência de ondas bidimensionais

O princípio da superposição, que é usado para compor ondas transversais em uma corda, também se aplica às ondas luminosas. A figura 9 ilustra a simulação da interferência de ondas bidimensionais. Mostra ondas criadas por duas lâmpadas colocadas lado a lado com a mesma intensidade luminosa e mesma frequência. Observamos na figura um padrão de interferência. Cada fonte produz ondas que irão se superpor. Quando uma crista se superpõe a outra crista ou um vale se superpõe a outro vale, a amplitude da perturbação resultante é igual a soma das amplitudes individuais dessas ondas. Nesses pontos está ocorrendo uma interferência construtiva e nessas regiões observamos uma oscilação mais intensa. Quando

temos uma crista se superpondo a um vale, teremos uma interferência destrutiva, e nessas regiões temos oscilações menos intensas.

O tipo de interferência que ocorre em um ponto P depende da diferença de fase  $\Delta\phi$  entre as ondas. A diferença de fase entre as duas ondas chegando nesse ponto, dependerá da diferença de percurso  $\Delta L$  do ponto até a respectiva fonte luminosa. As diferenças de percurso e de fase estão relacionadas por:

$$\frac{\Delta\phi}{2\pi} = \frac{\Delta L}{\lambda} \quad (9)$$

Uma diferença de fase  $\pi$  corresponde a uma diferença de percurso de  $\lambda/2$ , uma diferença de fase de  $2\pi$  corresponde a uma diferença de percurso de  $\lambda$  e assim por diante (SERWAY, 2011).

Para algumas localizações do ponto p, as variações de pressão chegam em fase ( $\Delta\phi = 0, 2\pi, 4\pi, \dots$ ) e interferem construtivamente. Para outras localidades de P, as ondas chegam fora de fase ( $\Delta\phi = \pi, 3\pi, 5\pi, \dots$ ) e interferem destrutivamente. Usando as para interferência construtiva,  $\Delta\phi = m(2\pi)$  com  $m = 0, 1, 2, \dots$ , a Eq.9 mostra que as correspondentes diferenças de percurso para interferência construtiva são:

$$\Delta L = m\lambda \quad (10)$$

Isto é, em localizações onde  $\Delta L = 0, \lambda, 2\lambda, \dots$ , a intensidade alcança um valor máximo.

Para interferência destrutiva, a diferença de fase é  $\Delta\phi = (m + 1/2)2\pi$ , com  $m = 0, 1, 2, \dots$ , então a diferença de percurso para interferência destrutiva será:

$$\Delta L = (m + \frac{1}{2})\lambda \quad (11)$$

Isto é, em localizações onde  $\Delta L = \lambda/2, 3\lambda/2, 5\lambda/2, \dots$ , a intensidade tem um valor mínimo. Localizações com interferência destrutivas correspondem a zonas escuras (zonas mortas) nas vizinhanças das lâmpadas (SERWAY, 2011).

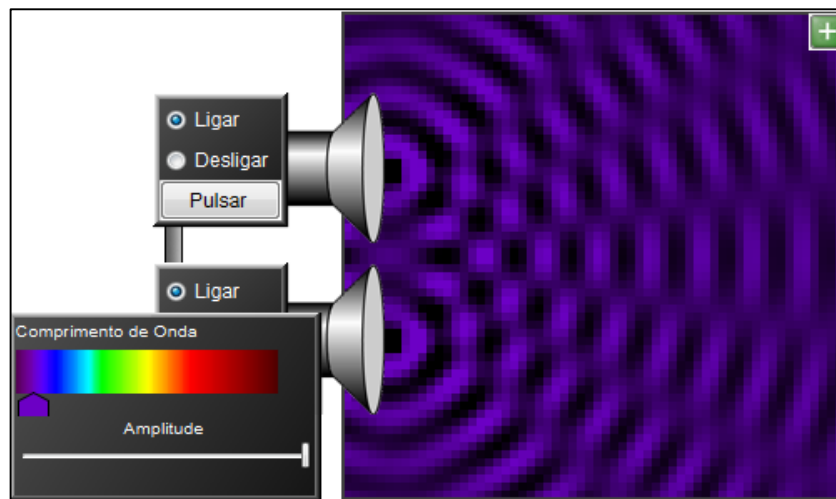


Figura 9: Simulação da interferência de ondas bidimensionais criadas por duas fontes

### 2.4.2. Difração

Segundo Bôas (2010, p.226) difração de uma onda é o encurvamento sofrido por seus raios quando a onda encontra obstáculos à sua propagação. O fenômeno da difração prova ser incorreta a generalização de que os raios de onda são retilíneos (figura 10).

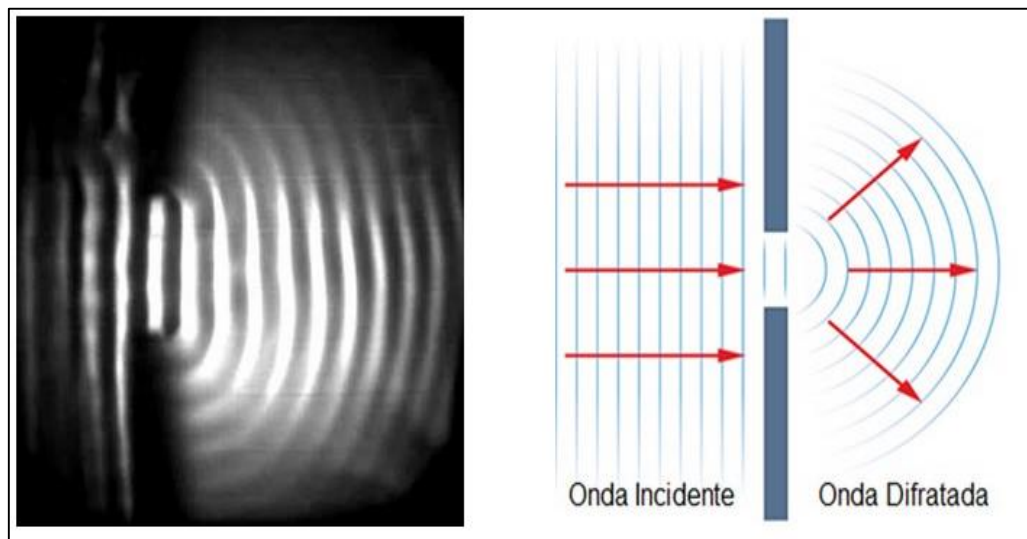


Figura 10: Difração de ondas (Fonte-site: [www.slideplayer.com](http://www.slideplayer.com))

Se a propagação das ondas ocorresse sempre em linha reta, elas continuariam retas após atravessar a fenda, e observaríamos apenas uma faixa de largura igual à da fenda. No entanto, podemos notar que, nas bordas das fendas, as ondas sofrem um desvio. Esse desvio é observado quando a largura da fenda é da

ordem do comprimento de onda das ondas incidentes. A rigor, a difração de uma onda em fendas sempre ocorre. Contudo o desvio torna-se mais acentuado quanto menor é a largura da fenda (BÔAS, 2010). A figura 11 ilustra a simulação da Difração de ondas bidimensionais criadas por uma fonte e a barreira com uma fenda.

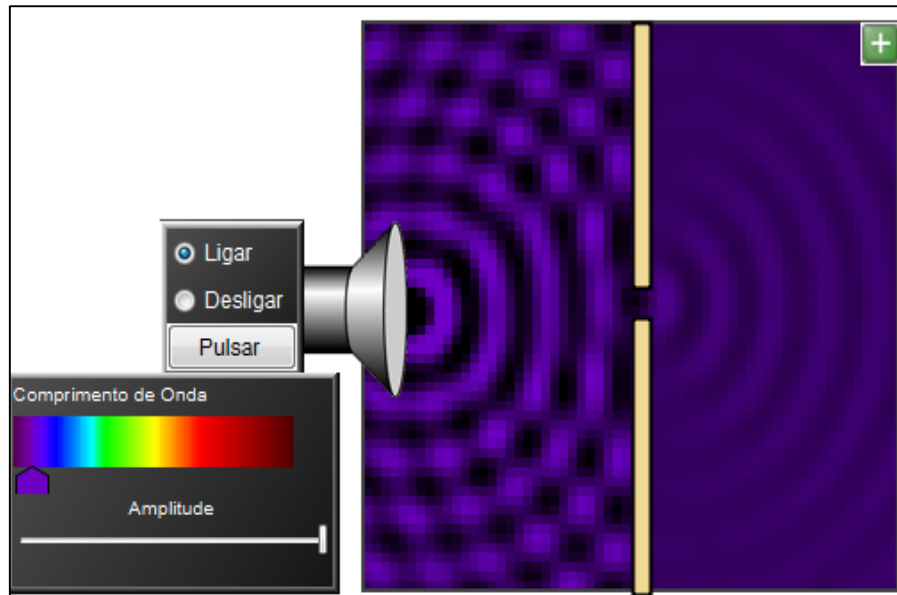


Figura 11: Simulação a Difração de ondas bidimensionais criadas por uma fonte e a barreira com uma fenda

### 2.4.3. Experiência de Young

A experiência de Young<sup>10</sup> promoveu a primeira prova conclusiva da natureza ondulatória da luz. Porque as posições das interferências máximas dependem do comprimento de onda, essa experiência gerou a primeira medição direta do comprimento de onda da luz. Ele criou uma fonte de luz deixando que a luz do sol entrasse por uma abertura estreita. As ondas que se espalhavam a partir da abertura produziram frentes de ondas coerentes que passam através de duas aberturas. Young utilizou em suas experiências pequenos furos em vez de fendas e, gerando um padrão de interferência bem mais complexo. Logo, as conclusões, considerando a natureza ondulatória da luz, foram convincentes (HALLIDAY e RESNICK, 2012).

<sup>10</sup>Thomas Young (1773-1829) nasceu em Milverton-Inglaterra. Em 1803, realizou seu famoso experimento, constando assim que a luz era uma onda (BÔAS, 2010).

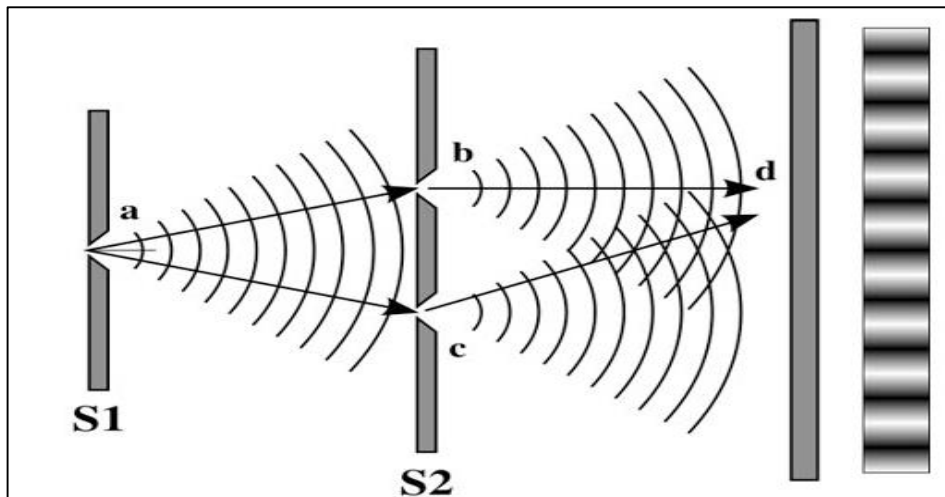


Figura 12: Experiência de Young (Fonte-site: [www.viaspatterns.com](http://www.viaspatterns.com))

#### 2.4.4. Interferência de dupla fenda

A figura 13 mostra a divisão de um feixe de luz em duas componentes que podem então se interferir mutuamente (um feixe de luz que, está incidindo sobre um anteparo na qual duas fendas estreitas foram abertas). Partes de cada frente de onda incidente passam através das fendas e, portanto, as fendas podem ser consideradas duas fontes de ondas de luz coerentes (SERWAY, 2011).

As duas ondas podem se superpor e sofrer interferência onde elas encontram a tela. Quando se olha a tela, vê-se uma serie alternada de bandas brilhantes e escuras, as chamadas franjas de interferência, correspondendo respectivamente à intensidade máxima e mínima da luz, como mostrado no lado direito na tela da figura 13, onde há uma alternância de series de máximos e mínimos.

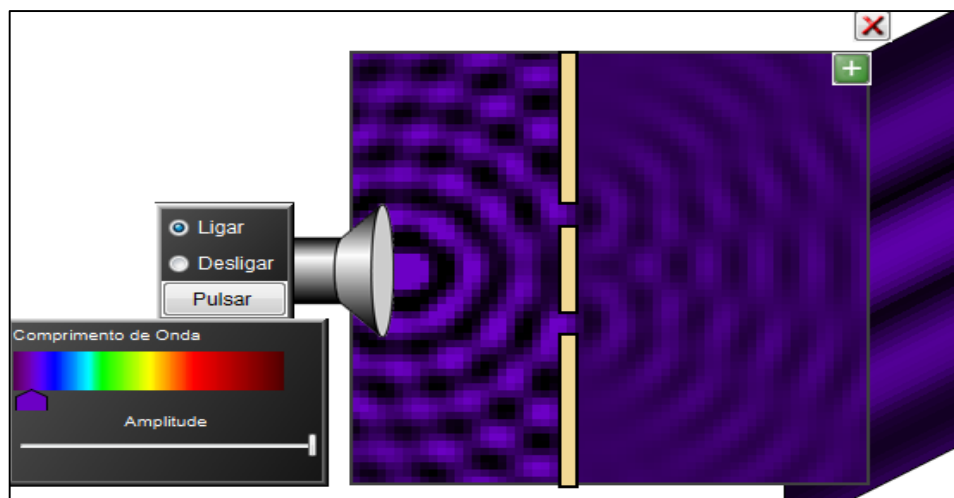


Figura 13: Simulação da interferência de dupla fenda

Neste capítulo foram explorados alguns conceitos sobre os fenômenos ondulatórios, por meio dos softwares de simulação utilizados nesta pesquisa. Notou-se como acontece a representação desses fenômenos nos simuladores. Destacamos a facilidade de alterações das condições do experimento, pois os controles dos simuladores são simples e intuitivos. Percebemos as possibilidades do aluno ou professor, que utiliza este recurso, fazer previsões sobre o comportamento das ondas quando alguma característica é alterada. Sendo possível repetir o experimento diversas vezes, explorar diversas combinações de parâmetros de forma que todas as hipóteses possam ser testadas e analisadas.

## CAPÍTULO 3

### METODOLOGIA E RESULTADOS

#### 3.1 METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido por meio da Pesquisa exploratória que tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vista de torná-lo mais explícito ou a contruir hipóteses (GIL, 2007). Configurando-se em um Estudo de Caso, esse método tem sido considerado o mais adequado para pesquisas exploratórias e particularmente úteis para a geração de hipóteses (TULL, 1976). Não se constitui em uma técnica específica, mas considerado como um meio para organizar dados sociais preservando o caráter unitário do objeto social estudado (GOODE E HATT, 1969).

O local em que se deu a pesquisa foi o Centro de Educação Profissional Liceu Parnaibano situada no bairro Nossa Senhora de Fatima, no município de Parnaíba-PI. Participaram da pesquisa 39 discentes de duas turmas, sendo uma Turma “A” com 19 alunos e outra Turma “B” com 20 alunos, ambas de segundo ano do Ensino Médio no turno manhã .

Para os procedimentos de coleta e análise dos dados, destaca-se:

- 1) Houve a apresentação da proposta de pesquisa para direção da escola e, no mesmo momento para o professor da disciplina de Física;
- 2) Com a proposta de pesquisa aprovada, deu-se início a observação sistemática nas duas turmas e, início da pesquisa, que foi realizada no período do dia 09/03 a 31/03 de 2017;
- 3) O assunto do tema Física Ondulatória foi ministrado de maneira semelhante nas turmas “A” e “B”. Entretanto, para a turma “A” utilizou-se a metodologia com recursos tradicionais de ensino (quadro, giz, livro e teorização). Para a turma “B”, a aula foi mediada com a utilização dos softwares de simulação, *ONDA EM CORDA* e *INTERFERÊNCIA DE ONDAS*. Ambos disponíveis na plataforma Phet Interactive Simulations (PhET);

- 4) Após o termino das aulas, com a finalidade de avaliar a aceitabilidade do público alvo (Turma “B”), referente à utilização de softwares como ferramenta de apoio ao ensino de Física Ondulatória, foi aplicado um questionário composto por 11 questões, do tipo fechadas, semiabertas e abertas (APÊNDICE-A). Os resultados estão apresentados em gráficos e respostas dos discentes. O questionário foi aplicado para todos os alunos da turma “B”, para verificar como o recurso didático influenciou no aprendizado do conteúdo ministrado. Nesse caso, a opção de análise foi qualitativa, contudo, apropriou-se de gráficos para a interpretação dos dados. A pesquisa qualitativa preocupa-se com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais (GERHARDT E SILVEIRA, 2009);
- 5) Também, ao término do conteúdo, houve a aplicação de um teste (APÊNDICE-B) contendo oito questões, objetivas e subjetivas, para avaliar o rendimento das duas turmas, cujos resultados estão apresentados em gráficos mostrados nas figuras 23 e 24. A avaliação continha questão que abordavam os conceitos de ondas transversais, grandezas Físicas associadas às ondas, velocidade de propagação de uma onda periódica, velocidade de propagação de ondas transversais em cordas tensas, as propriedades de reflexão de ondas transversais nas extremidades de cordas, estudo da difração de ondas, e experiência de Young. A avaliação das Turmas “A” e “B” aconteceram respectivamente nos dias 23/03 e 29/03 de 2017. Nesse caso, a opção de análise foi quantitativa, para a avaliação do rendimento das duas turmas, gerando gráficos para a interpretação dos dados obtidos. Para Lakatos e Marconi (2010), a estratégia quantitativa possui dados estatísticos como centro do processo de análise de um problema. Quantificam-se opiniões, dados e outras informações, esse método possui como diferencial a intenção de garantir a precisão dos trabalhos realizados, conduzindo a um resultando com poucas chances de distorções;
- 6) Encerrada a aplicação do questionário, e dos testes aplicados com os alunos das duas turmas, realizou-se a análise dessas informações. Foram construídos gráficos com as respostas dos questionários e com os resultados das avaliações, através da ferramenta Excel, pertencente ao pacote Office

2013, esses gráficos descreverão suas características e posteriormente discussão dos resultados obtidos.

### 3.2. RESULTADOS E DISCUSSÕES

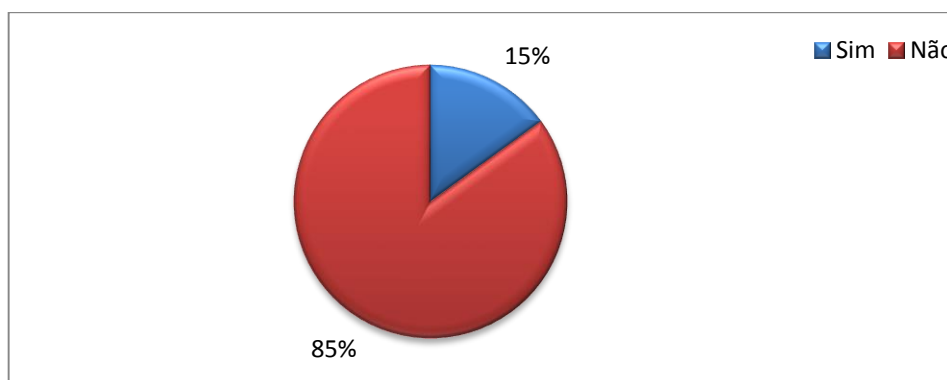
Para apresentação dos resultados foram elaborados gráficos, seguidos da análise dos dados obtidos. A pesquisa qualitativa foi feita com a análise das respostas individuais obtidas com o questionário aplicado à turma que teve aulas mediadas com uso de softwares. Já a pesquisa quantitativa foi feita com a análise dos resultados da avaliação das turmas “A” e “B”.

#### 3.2.1. Questionário referente à aceitabilidade dos softwares de simulação aplicados à turma “B”

Como dito anteriormente, o questionário foi composto por 11 questões do tipo fechadas, semiabertas e abertas. Com o objetivo de verificar se o método e a técnica utilizada, usando softwares que apoiam o processo de ensino-aprendizagem, contribuíam positivamente para que os estudantes compreendessem os conteúdos. Tendo assim, um aprendizado significativo. Abaixo são apresentados os gráficos com as respostas dos alunos (Turma “B”) sobre cada questão, em um universo que totaliza 20 alunos.

A figura 14, a seguir, mostra os resultados obtidos com as respostas da pergunta 1, que indaga se algum professor já utilizou algum tipo de software para ensinar Física.

Figura 14 – Resultados das respostas individuais da pergunta 1: Seu professor já utilizou algum tipo de software para ensinar Física?

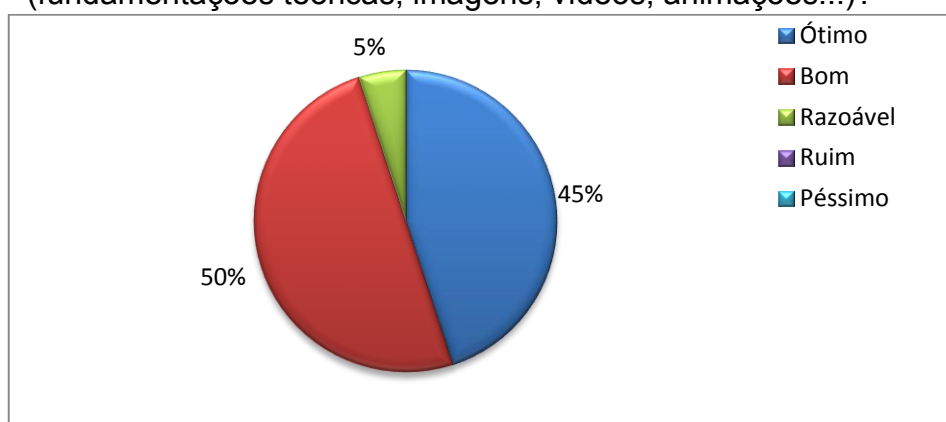


Fonte: Autoria própria, com base nos dados da pesquisa, 2017.

O resultado condiz com a realidade da maioria das escolas no Brasil onde os professores se opõem e recusam seu uso em sala de aula (SETTE, 1999). Onde 85% dos alunos responderam que seus professores não utilizam recursos tecnológicos como softwares no ensino da disciplina Física, e somente 15% responderam que seu professor já utilizou algum tipo de software para ensinar Física.

A figura 15 mostra os resultados obtidos com as respostas da pergunta 2, que procura saber como o aluno avalia o conteúdo dos softwares utilizados na pesquisa.

Figura 15 – Resultados das respostas individuais da pergunta 2: Como você avalia o conteúdo dos softwares (fundamentações teóricas, imagens, vídeos, animações...)?

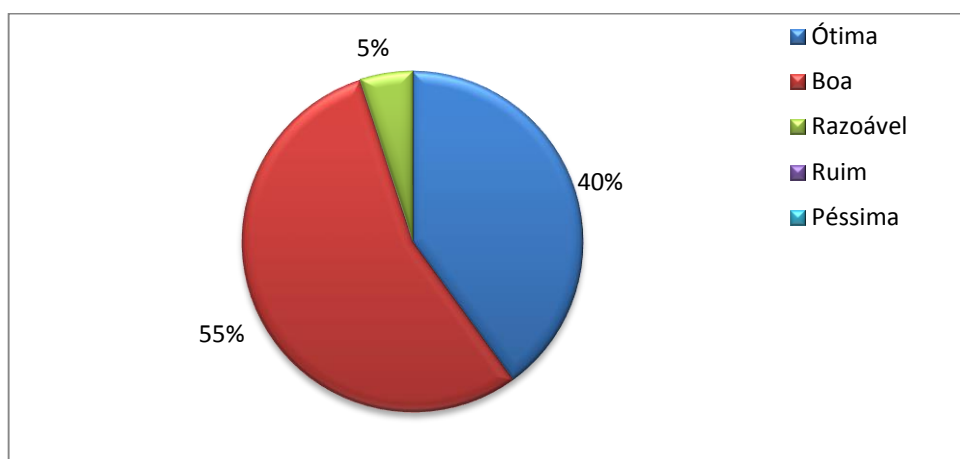


Fonte: Autoria própria, com base nos dados da pesquisa, 2017.

O gráfico apresenta resultados positivos para pergunta 2, pois mostra que 45% dos alunos avaliam como ótimo o conteúdo dos softwares utilizados na pesquisa, 50% avaliam como bom, e 5% avaliam como razoável. Esse resultado indica que os softwares utilizados na pesquisa possuem os aspectos tecnológicos que um software deve ter para que possa ser utilizado em contexto educacional, pois é importante que tenha uma interface atrativa, e que os sentidos se deslumbram cada vez mais em cores, sons, imagens e animações, com procedimentos simples e significativos e que o aluno tenha facilidade em sua utilização (SETTE, 1999).

A figura 16 mostra os resultados obtidos com as respostas da pergunta 3, que busca saber o grau de satisfação dos alunos com a aula, que tinha como recurso didático os softwares de simulação.

Figura 16 – Resultados das respostas individuais da pergunta 3:  
O que você achou da aula com o uso dos softwares?



Fonte: Autoria própria, com base nos dados da pesquisa, 2017.

O gráfico nos mostra o alto grau de satisfação dos alunos com a aula, onde 40% dos alunos consideram a aula ótima, 55% como boa, e 5% como razoável. É importante frisar que nenhum dos alunos, considerou a aula como ruim ou péssima. Acredita-se que esse resultado se deu pelo fato da utilização dos softwares promover entre aluno e professor uma troca de conhecimentos, onde analisam juntos os resultados dos fenômenos físicos (TAVARES, 2008). Nessa pergunta, os alunos ainda justificaram suas respostas. Podemos citar algumas como:

Aluno 1: *“Com os softwares a gente consegue ver como acontece o assunto explicado, além de deixar um clima de descontração.”*

Aluno 2: *“Ajuda muito a entender o assunto.”*

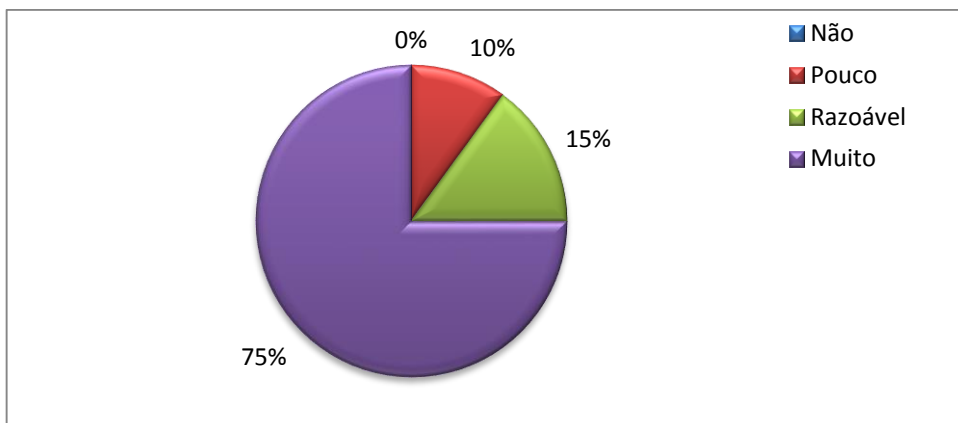
Aluno 3: *“Quando se utiliza o software entendemos a maior parte do assunto, quase que na pratica, através das imagens.”*

Aluno 4: *“Nunca tinha visto antes, por isso achei bem interessante, diferente.”*

Aluno 5: *“Gostei das demonstrações em gráfico, deu pra entender melhor.”*

A figura 17 a seguir, nos mostra os resultados obtidos com as respostas da pergunta 4, que indaga se a forma como o assunto foi abordado, com utilização dos softwares, contribuiu para a aprendizagem do conteúdo de Física Ondulatória.

Figura 17 – Resultados das respostas individuais da pergunta 4: A forma como o assunto foi abordado, com utilização dos softwares, contribuiu para a aprendizagem do conteúdo de Física Ondulatória?



Fonte: Autoria própria, com base nos dados da pesquisa, 2017.

Analisando o gráfico, podemos concluir que a metodologia de utilização de softwares, contribuiu para o entendimento do conteúdo proposto. Podemos verificar que as respostas dos estudantes foram favoráveis, e nessa perspectiva, alcançamos o esperado que era ter na maioria uma boa aceitação, onde cerca de 75% dos alunos afirmam que a metodologia utilizada contribuiu muito para a aprendizagem do conteúdo de Física ondulatória, 15% consideram que a metodologia contribuiu razoavelmente, e 10% que a metodologia contribuiu pouco para a aprendizagem. É importante destacar que nenhum dos alunos, considera que a metodologia não contribuiu para a aprendizagem. Sendo assim, o software é considerado uma ferramenta que ajuda os alunos no processo de aprendizagem, sendo um ampliador de potencialidades na capacitação e aperfeiçoamento de alunos (SETTE, 1999). Nessa pergunta, os alunos ainda justificaram suas respostas. Podemos citar algumas como:

Aluno 1: *Muito, “porque a explicação fica bem mais clara.”*

Aluno 2: *Muito, “Vendo a simulação fica mais fácil de aprender e mais interessante.”*

Aluno 3: *Muito, “Pois com o uso do software o assunto é compreendido de forma mais aberta e clara.”*

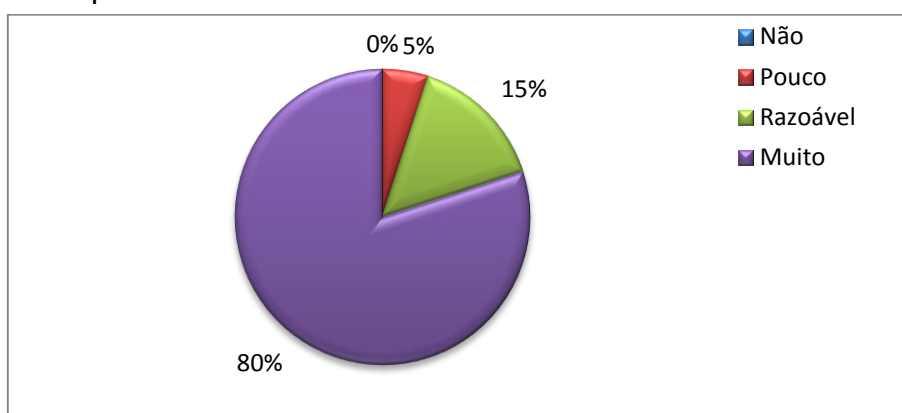
Aluno 4: *Muito, “Porque vimos como acontecia, coisa que não acontecia em outras*

*aulas, além de tirar nossas duvidas .”*

*Aluno 5: Muito, “Me ajudou a entender melhor como as ondas se comportam em diferentes situações.”*

A figura 18 mostra os resultados obtidos com as respostas da pergunta 5, que busca saber se os softwares de simulação utilizados na pesquisa, facilitaram a compreensão dos conteúdos abordados.

Figura 18 – Resultados das respostas individuais da pergunta 5: Os softwares utilizados facilitaram a compreensão dos conteúdos de Física Ondulatória?



Fonte: Autoria própria, com base nos dados da pesquisa, 2017.

As respostas obtidas na pergunta 5, indicam que o estímulo dado aos alunos com o recurso didático, ajudou no processo de aprendizagem, pois grande parte dos alunos, um total de 80% , concordam que os softwares contribuíram para que eles pudessem compreender melhor o assunto abordado. Tudo isso, nos mostra que o recurso cumpriu o seu papel ajudando o professor na introdução do conteúdo de Física ondulatória, sendo criado com a finalidade de levar o aluno a construir um determinado conhecimento referente a um conteúdo didático e tendo o proposito de favorecer os processos de aprendizagem (SOFFA, 2005). Nessa pergunta, os alunos ainda justificaram suas respostas. Podemos citar algumas como:

*Aluno 1: Muito, “Com os softwares se tornou mais fácil o estudo sobre o assunto.”*

*Aluno 2: Muito, “Pelos gráficos deu pra entender do que o professor estava falando.”*

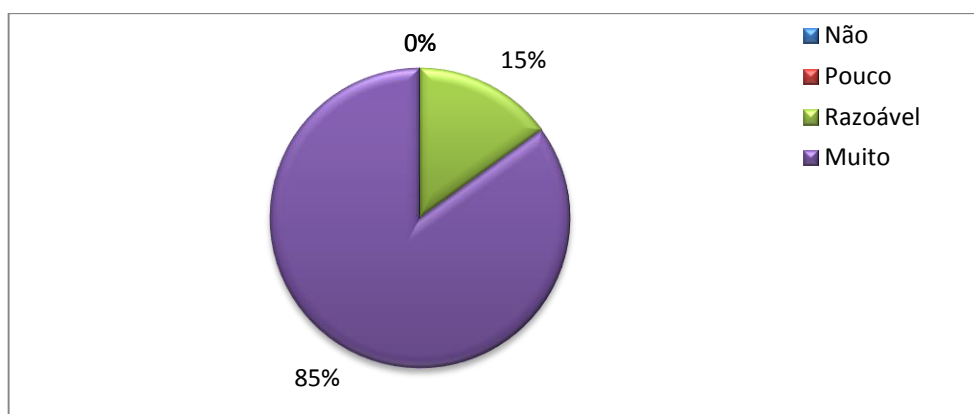
Aluno 3: *Muito, “Porque a simulação mostrou como funciona o fenômeno ondulatório.”*

Aluno 4: *Muito, “Porque vimos cada movimento ondulatório.”*

Aluno 5: *Muito, “Pois o software nos mostraram os fenômenos nitidamente.”*

A figura 19, a seguir, nos mostra os resultados obtidos com as respostas da pergunta 6, que questiona se as aulas com auxílio de softwares, facilitam mais a aprendizagem quando comparadas as aulas com recursos tradicionais.

Figura 19 – Resultados das respostas individuais da pergunta 6: Você acha que aulas com utilização de softwares, facilitam mais a aprendizagem, quando comparadas às aulas com recursos tradicionais?



Fonte: Autoria própria, com base nos dados da pesquisa, 2017.

Sabemos que no campo da educação, métodos tradicionais de ensino apresentam baixa eficiência no que se refere à aprendizagem dos alunos. Com base nos resultados obtidos, podemos verificar o alto grau de aceitabilidade de uma aula com recursos que vão além dos tradicionais, essas aulas despertam mais o interesse do aluno, acabando por facilitar sua aprendizagem.

O gráfico nos mostra um resultado positivo para a facilidade com que os conteúdos são absorvidos, quando se utilizam recursos mais modernos, no caso desta pesquisa, softwares de simulação. Cerca de 85% dos alunos, afirmam que aulas com utilização de softwares, facilitam muito a aprendizagem quando comparadas às aulas com recursos tradicionais. Nessa pergunta, os alunos ainda justificaram suas respostas. Podemos citar algumas como:

Aluno 1: *Muito, “Com o software se vê o que é abordado, bem melhor do que só explicação.”*

Aluno 2: *Muito, “Nas aulas tradicionais você fica imaginando o que o professor está ensinando, com a utilização dos softwares é melhor, porque você vê a simulação.”*

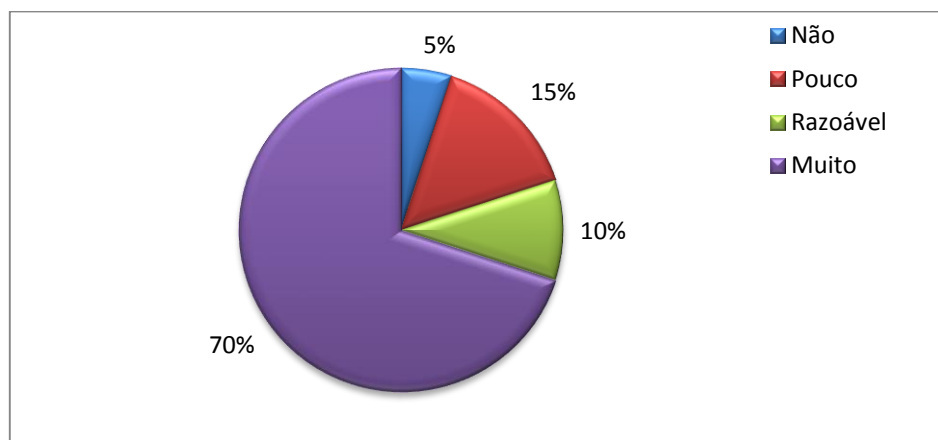
Aluno 3: *Muito, “Porque nas aulas sem recursos os professores não conseguem nos dar bons exemplos.”*

Aluno 4: *Muito, “Porque com a simulação mostrou como funciona, e com a aula tradicional não, porque imaginamos como funciona sem saber se está certo.”*

Aluno 5: *Muito, “pois é mais fácil de compreender o assunto quando se utiliza softwares, nas aulas tradicionais fica difícil de entender como o fenômeno acontece.”*

A figura 20, nos mostra os resultados obtidos com as respostas da pergunta 7, que indaga se houve um interesse maior pelas aulas de Física com o uso dos softwares.

Figura 20 – Resultados das respostas individuais da pergunta 7: Houve um interesse maior pelas aulas de Física com o uso dos softwares?



Fonte: Autoria própria, com base nos dados da pesquisa, 2017.

A pergunta 7 estava relacionada ao grau de interesse pelas aulas de Física

com uso de softwares. Alcançamos o esperado que era ter na maioria uma boa aceitação, considerando que normalmente a disciplina é vista com popularidade negativa pelos alunos do ensino médio. Os resultados colhidos mostram que, a grande maioria dos alunos, cerca de 70%, admitem ter um maior interesse pelas aulas de Física, devido o uso de softwares e somente 5% dos alunos relatam não ter interesse pelas aulas com uso de softwares. Isso nos mostra que o software utilizado na educação faz do aluno parte ativa no processo de aprendizagem, pois proporciona interatividade, permitindo que o aluno realize atividades conceituais que levam a uma aprendizagem significativa, promovendo a diversificação das aulas de Física, e conseqüentemente, maior interesse pela disciplina (CARDOSO, 2012). Nessa pergunta, os alunos ainda justificaram suas respostas. Podemos citar algumas como:

*Aluno 1: Muito, “Pois junto com a tecnologia o ensino se tornou melhor .”*

*Aluno 2: Muito, “Deixa as aulas menos chata, além de aprendermos o assunto de forma bem mais fácil.”*

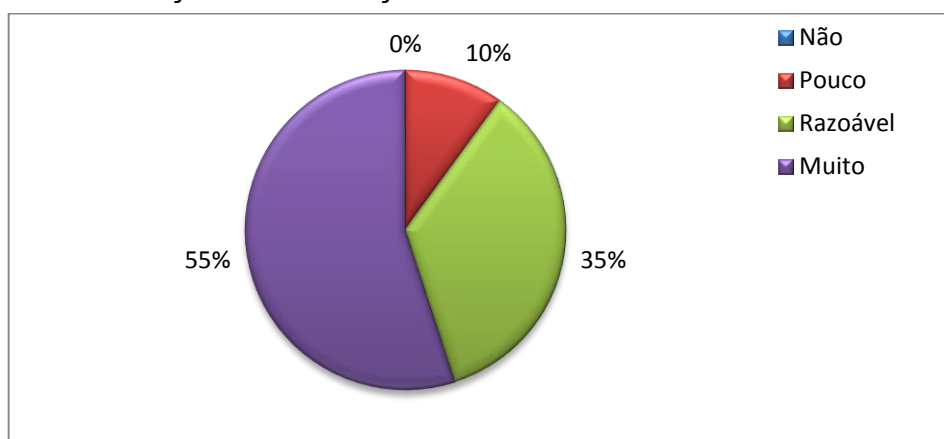
*Aluno 3: Muito, “Pois virou uma aula mais participativa.”*

*Aluno 4: Razoável, “Física é chata, mas com o uso dos softwares melhorou um pouco.”*

*Aluno 5: Pouco, “Foram poucas aulas, mas os softwares chamaram mais a minha atenção.”*

A figura 21 mostra os resultados obtidos com as respostas da pergunta 8, que visou compreender se o uso de softwares nas aulas, despertam e reforçam, a concentração e a motivação dos discentes durante as aulas.

Figura 21 – Resultados das respostas individuais da pergunta 8: Aulas com uso de softwares despertam e reforçam a concentração e a motivação?



Fonte: Autoria própria, com base nos dados da pesquisa, 2017.

A pergunta 8 está relacionada ao grau de concentração e motivação dos alunos quanto à metodologia de utilização de softwares durante as aulas. Nessa perspectiva, observamos que grande parte dos alunos, 55% concordam que as aulas com uso de softwares despertam e reforçam muito a concentração e a motivação, 35% consideram como razoável, e apenas 10% dos alunos afirmam que as aulas com uso de softwares despertam e reforçam pouco a concentração e a motivação. É interessante destacar que, nenhum dos alunos considera que as aulas com o uso de softwares, não despertam e reforçam a concentração e a motivação. Nessa pergunta, os alunos ainda justificaram suas respostas. Podemos citar algumas como:

Aluno 1: *Muito, “Pois deixa a aula mais dinâmica.”*

Aluno 2: *Muito, “Pois ficamos mais entretido no assunto.”*

Aluno 3: *Muito, “O software desperta mais interesse no assunto, é um atrativo a mais para o aluno.”*

Aluno 4: *Razoável, “Fiquei mais concentrado com o uso do software, pois a simulação prende nossa atenção.”*

Aluno 5: *Pouco, “Com o software os alunos tendem a prestar mais atenção.”*

A pergunta 9 se trata de uma questão aberta onde os alunos deveriam responder se gostariam que softwares fossem mais utilizados nas aulas de Física. Os alunos, em sua totalidade afirmam que sim. Nas respostas obtidas, podemos destacar que para os alunos as aulas seriam mais interessante, menos entediante, além de facilitar o aprendizado. Nessa pergunta, os alunos justificam suas respostas. Podemos citar algumas como:

Aluno 1: *“Sim, pois aprendemos mais e não ficamos entediados.”*

Aluno 2: *“Sim, pois assim sairíamos mais da rotina e as aulas ficariam mais legais.”*

Aluno 3: *“Sim, pois facilita mais o aprendizado.”*

Aluno 4: *“Sim, para mais compreensão do conteúdo.”*

Aluno 5: *“Sim, a utilização do software é uma opção para a aula ficar mais dinâmica.”*

Aluno 6: *“Sim, pois nos mostra o conteúdo com mais definições.”*

Aluno 7: *“Sim, é um novo meio para tirar as dúvidas que levamos para casa.”*

Aluno 8: *“Não sempre, mas as vezes seria bom, deixa a aula mais interessante.”*

A pergunta 10 se trata de uma questão aberta, onde os alunos deveriam discutir se um software de simulação poderia ou não substituir o experimento real nas aulas de Física. Nas suas respostas, observamos que para a maioria dos alunos, as simulações virtuais não substituem uma experimentação real, pois consideram que as aulas com experimentação reais são mais importantes. Para eles, esse tipo de atividade os motiva mais, e propicia uma melhor aprendizagem. Outros afirmam que a utilização de softwares poderia ser conciliada com o uso de experimentos reais e, que essa abordagem promoveria uma aula mais satisfatória. Alguns ainda citam que os softwares são alternativas para quando não se puder utilizar uma experimentação real, nesse sentido Miranda (2013) recomenda a utilização de softwares quando o professor dispõe apenas da exposição teórica de

conteúdos. Nessa pergunta, os alunos justificam suas respostas. Podemos citar algumas como:

Aluno 1: *“Não, porque as aulas com experimentos são melhores.”*

Aluno 2: *“Não. Pois a simulação é apenas uma alternativa.”*

Aluno 3: *“Não. Por mais que seja legal, eu acho que uma complementa a outra.”*

Aluno 4: *“Acho que é um complemento, não deve ser tirado o experimento real, ambos são importantes.”*

Aluno 5: *“Não, aconselho as duas formas de experimentação.”*

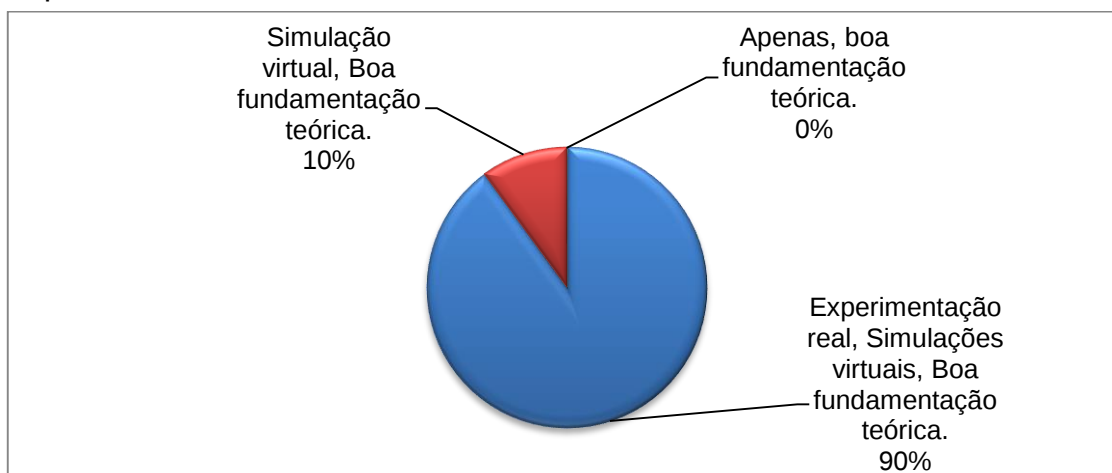
Aluno 6: *“Não, mas as duas tem boa qualidade de compreensão.”*

Aluno 7: *“Não, mas é um recurso que podemos usar, para quando irmos para o experimento real, já termos uma base .”*

Aluno 8: *“Talvez, porque os dois nos mostram como a Física acontece, e os dois são ótimos.”*

A figura 22 mostra os resultados obtidos com as respostas da pergunta 11 feita aos estudantes, que indaga a opinião dos alunos, sobre os requisitos mínimos para que uma aula possa ser considerada satisfatória, relacionando fundamentação teórica, simulações virtuais e experimentação real.

Figura 22 – Resultados das respostas individuais da pergunta 11: Em sua opinião, para uma aula de física ser considerada satisfatória, deve apresentar no mínimo:



Fonte: Autoria própria, com base nos dados da pesquisa, 2017.

Com base nos resultados obtidos, podemos verificar que para grande parte dos alunos, cerca de 90%, uma aula de Física satisfatória deve apresentar experimentos reais, simulações virtuais e uma boa fundamentação teórica. Era o resultado que esperávamos obter, pois uma aula com utilização de experimentos reais é imprescindível principalmente na disciplina de Física. Mas o fato de inúmeras escolas não possuem laboratório de ciências, ou mesmo um espaço adequado que seja destinado a tais experiências e, que algumas experiências importantes podem ser de difícil manipulação, essa prática acaba por se tornar inviabilizada (CARDOSO, 2012).

O gráfico aponta também que 10% dos alunos acreditam que para aula de Física satisfatória, deve se ter apenas simulações virtuais e uma boa fundamentação teórica. É interessante destacar que nenhum aluno considerou uma aula de Física satisfatória com apenas boa fundamentação teórica, evidenciando que os modelos pedagógicos que seguem velhas práticas em que o professor transmite o conteúdo de sua disciplina a alunos que, passivamente ouvem e procuram assimilar o que lhes é transmitido, é visto pelos alunos como uma prática insatisfatória.

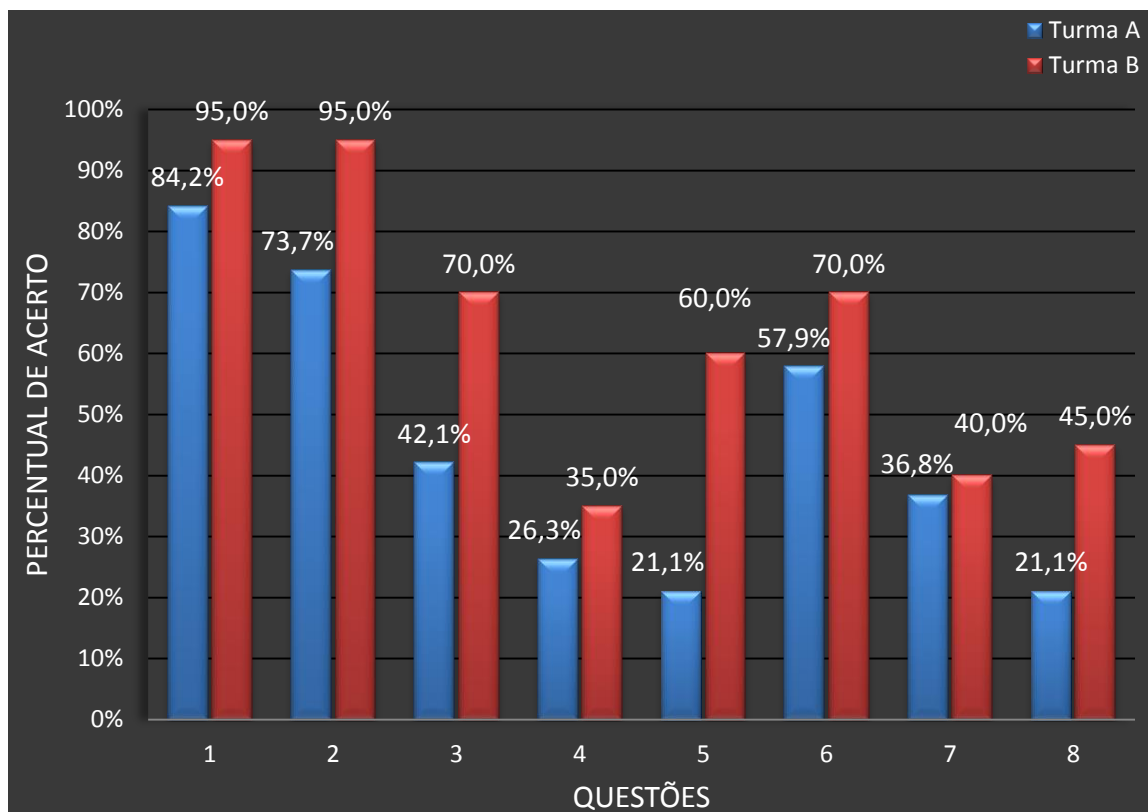
### 3.2.2. Reflexos dos resultados da avaliação das turmas “A” e “B”

Com a aplicação da metodologia citada anteriormente, coletaram-se os dados das avaliações aplicadas, que teve como amostragem 39 alunos de duas turmas (“A” e “B”) do segundo ano do ensino médio, onde o assunto de Física Ondulatória

foi ministrado de maneira semelhante nas duas turmas. Sendo que, para a turma “A” utilizou-se apenas a metodologia com recursos tradicionais de ensino (quadro, giz, livro e teorização). Já para a turma “B” foram usados softwares de simulação, mediando sua utilização. Após o término do conteúdo, foi aplicada uma avaliação sobre o conteúdo de Física ondulatória para avaliar o rendimento das duas turmas.

Como pode se observar na figura 23, os melhores resultados foram obtidos na Turma “B”, onde a aula foi mediada com a utilização dos softwares de simulação. Nota-se que nas oito questões propostas, a turma em questão conseguiu obter melhor desempenho. Fato este que se deu, graças à utilização de softwares de simulação como ferramenta pedagógica. Os valores mais expressivos, quando se compara os resultados das duas turmas, foram na terceira e quinta questão, com um percentual de acertos de 70,0 % e 60,0%, respectivamente.

Figura 23 - Comparação do rendimento percentual das questões entre as turmas “A” e “B”

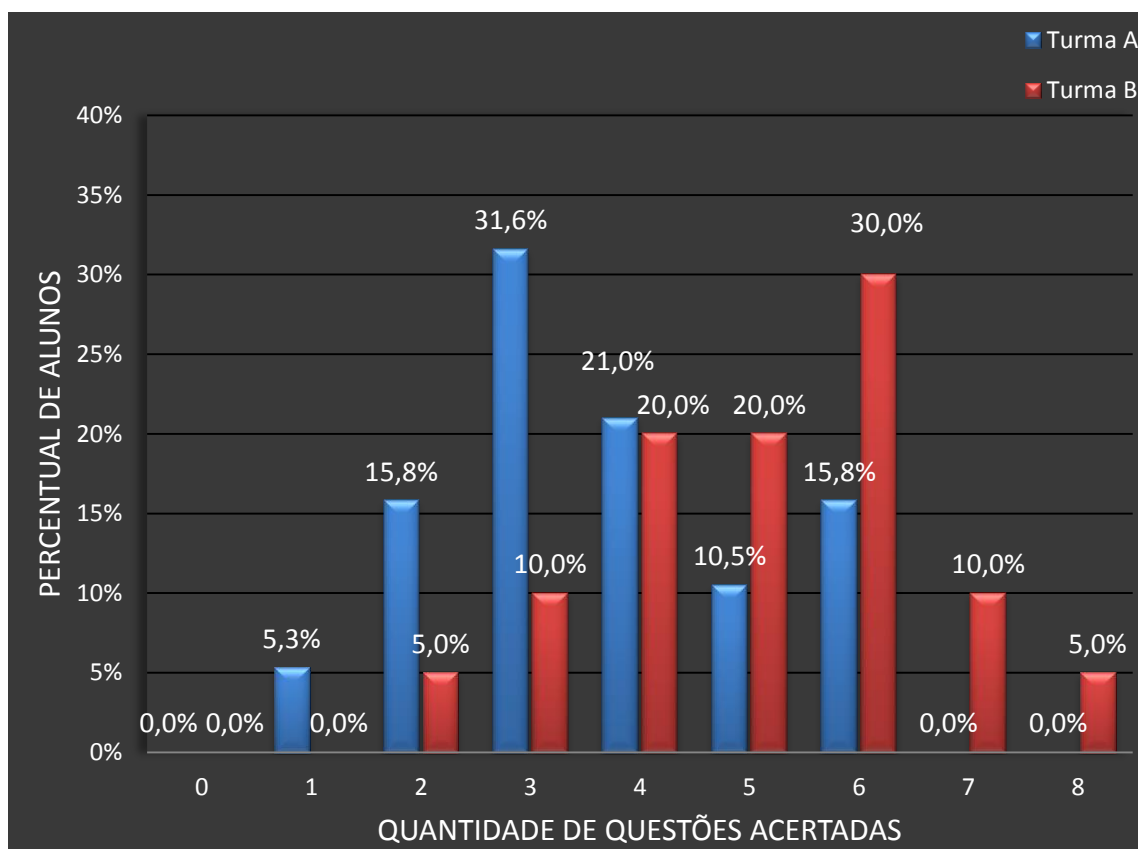


Fonte: Autoria própria, com base nos dados da pesquisa, 2017.

A figura 24 mostra o percentual da quantidade de questões acertadas pelos alunos das turmas “A” e “B”. Observa-se que a utilização dos softwares de simulação

como ferramenta de apoio durante as aulas, proporcionou à turma “B” um melhor desempenho em relação à turma “A”.

Figura 24 - Quantidade de questões acertadas por percentual de alunos



Fonte: Autoria própria, com base nos dados da pesquisa, 2017.

Nota-se que, 10% e 5% dos alunos da turma “B” conseguiram acertar respectivamente sete e oito questões da avaliação. Nenhum dos alunos da turma “A” conseguiu acertar sete ou oito questões. Outro fato importante é que nenhum aluno da turma “B” acertou apenas uma questão. O mesmo não foi observado na turma “A”, que teve 5,3% dos discentes com apenas uma questão acertada. Nota-se também que nenhum aluno de ambas as turmas errou todas as questões. O fato dos alunos da Turma “B” mostrarem melhor desempenho evidencia que os softwares de simulação ajudaram a promover o aprendizado, influenciando de forma positiva no percentual da quantidade de questões acertadas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, podemos observar que a utilização de softwares pode ser um excelente recurso para auxiliar os professores nas suas aulas, tornando-as mais atrativas e significativas para seus alunos. O objetivo principal da pesquisa foi analisar os resultados da utilização de softwares de simulação como importante ferramenta de auxílio para o ensino e aprendizagem de Física Ondulatória, em séries de 2º ano do ensino médio.

Primeiramente, investigou-se a utilização de softwares na educação, mais especificamente como ferramentas de apoio ao ensino de Física, para em seguida, analisar o uso dos softwares *ONDA EM CORDA* e *INTERFERÊNCIA DE ONDAS* para aplicá-los em aulas de Física no Ensino Médio e, posteriormente fazer a análise e discussão dos resultados obtidos com sua utilização.

Com a análise realizada, foi possível responder um dos principais questionamentos da pesquisa, que indagava se a metodologia utilizada iria contribuir para a aprendizagem significativa do conteúdo de Física Ondulatória. Com a apuração dos resultados obtidos através das avaliações quantitativa e qualitativa, podemos confirmar que o uso dos softwares proporciona resultados significativos para a aprendizagem e, se mostra como um recurso motivador para o desenvolvimento do aluno. Evidencia que é possível diversificar a metodologia convencional, uma vez que os conteúdos podem ser ensinados de forma mais atrativa e dinâmica, que desperte o interesse e a motivação do aluno. Essa motivação fez com que vários alunos, da turma que utilizou o recurso tecnológico, questionassem sobre o fim da pesquisa e, se teriam mais aulas com esse tipo de metodologia. Também podemos verificar essa motivação no instrumento de coleta de dados, onde se constatou que existe um anseio muito grande por parte dos alunos em utilizar novos recursos que vão além dos tradicionais.

Evidentemente, há outras variáveis que podem ter influenciado, como as diferenças de motivação dos grupo, pois a motivação da turma que não utilizou recursos tecnológicos, trouxe implicações importantes aos resultados desta pesquisa. Ainda assim, os resultados observados neste trabalho são semelhantes a outras mencionadas aqui, consideramos plausível concluir que os softwares de simulações podem facilitar os processos de ensino-aprendizagem dos conceitos que foram abordados neste trabalho.

Outra constatação que obtivemos, foi que esse trabalho possui algumas

limitações, a principal diz respeito ao conteúdo abordado durante as aulas serem somente os tópicos mais importantes para compreensão de ondulatória. Entretanto, poderia ter sido abordado outros conteúdos da Física, fornecendo um material mais completo.

De modo geral, esse trabalho nos permitiu concluir o quanto é importante à utilização de recursos tecnológicos para a melhoria da aprendizagem dos alunos. Assim, conclui-se que o uso de softwares de simulações, podem tornar os conteúdos de Física mais acessíveis e menos abstratos, tornando-se uma importante ferramenta de apoio ao docente.

## REFERÊNCIAS

- BÔAS, N. V.; DOCA, R. H.; BISCUOLA, G.J. **Física**. v. 2, 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 2010.
- BORGES, N. H. **Uma classificação sobre a utilização do computador pela escola**. Revista Educação em Debate, ano 21, v. 1, n. 27, p. 135-138, Fortaleza, 1999.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- CANAL, D. C.; OLIVEIRA, E. **Software Educacional**. Pós-Graduação em Informática Educativa, 2012.
- CARDOSO, S. O.; DICKMAN, A. G. **Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico**. Caderno brasileiro de ensino de física. v. 29, n. Especial 2: p. 891-934, 2012.
- FREITAS, H. A.; VITAL, M. L. **Motivação do aluno e o uso do computador em aulas de física**. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11. Curitiba, 2008. Anais... Curitiba: UFPR, 2008.
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- GOODE, W. J.; HATT, P. K. **Métodos em pesquisa social**. 3ª ed. São Paulo: Cia Editora Nacional.
- GRZESIUK, D. F. **O uso da informática na sala de aula como ferramenta de auxílio no processo ensino-aprendizagem**. UTFPR. MEDIANEIRA, 2008.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamento de Física (Gravitação, Ondas e Termodinâmica)**. v. 2, 8ª ed. LTC: Rio de Janeiro, 2011.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Fundamento de Física (Gravitação, Ondas e Termodinâmica)**. v. 2, 9ª ed. LTC: Rio de Janeiro, 2012.
- JUCÁ, S. C. S. **A relevância dos softwares educativos na educação profissional**. Revista online Ciência & Cognição. v. 8, p. 22-28, Fortaleza, 2006. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org>>. Acesso em: 10 jan. 2017.
- LAKATOS, E.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 7ª. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- MACHADO, L. A. **Da aula tradicional à aula criativa: os avanços tecnológicos**. Disponível em: <<http://www.fbcriativo.org.br/pt/site/publicacoes/artigos/criatividade>>. Acesso em: 18 jan. 2017.

MARTINS, S. N. **Quimikzinha: Software de Auxílio ao Ensino de Química Orgânica**. Rio Grande do Sul, 2005.

MATTEI, C. **O prazer de aprender com a informática na educação infantil**. Instituto Catarinense de Pós-Graduação, 2001.

MIRANDA, M. S. **Objetos virtuais de aprendizagem aplicados ao ensino de Física- Uma sequência didática desenvolvida e implementada nos conteúdos programáticos de física ondulatória, em turmas regulares do nível médio de escolarização que utilizam um sistema apostilado**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas. UFSCar. São Carlos, 2013.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física básica**. v. 2, 4ª ed. rev. São Paulo: Blucher, 2002.

PINHEIRO, A. F.; PESSOA JUNIOR, E. S.; ARAÚJO, M. D. **Software de simulação: um recurso facilitador no processo de ensino e aprendizagem de Química no Ensino Médio**. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (EDUCERE), 12, 2015, Curitiba. Anais... Paraná, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Editora Champagnat: Curitiba, 2015.

RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; KRANE, K. S. **Física 2**. v. 2, 5ª ed. LTC: Rio de Janeiro, 2014.

SANCHO, J. **Para uma tecnologia educacional**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

SERWAY, R. A.; JOHN, W. J. **Princípios de Física: Movimento Ondulatório e Termodinâmica**. v. 2. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

SERWAY, R. A.; JOHN, W. J. **Princípios de Física: Movimento Ondulatório e Termodinâmica**. v. 2. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

SETTE, S. S.; AGUIAR, M. A.; SETTE, J. S. A. **Formação de professores em informática na educação**. Disponível em: <<http://www.proinfo.gov.br>>. Acesso em: 08-jan-2017.

SOFFA, M. M.; ALCÂNTARA, P. R. **O uso do software educativo: reflexões da prática docente na sala informatizada**. Disponível em: <[http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2008/anais/pdf/335\\_357.pdf](http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2008/anais/pdf/335_357.pdf)>. Acesso em: 19 dez. 2016.

SOUSA, A. S. **O uso do MODELLUS como ferramenta pedagógica para auxiliar no ensino de física no ensino fundamental**. Ceará, 2010.

TAJRA, S. F. **Informática na educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor da atualidade**. 9. ed. rev.atual e ampl. São Paulo: Érica, 2012.

TAVARES, R. **Animações interativas e mapas conceituais: uma proposta para facilitar a aprendizagem significativa em ciências**. Revista online Ciência & Cognição, v. 13, n. 2, p. 99-108, 2008. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

TEIXEIRA, A. C.; BRADÃO, E. J. R. **Software educacional: o difícil começo**. CINTED-UFRGS; v.1 nº1. Rio Grande do Sul, 2003.

TOLEDO, B. S. **O uso de softwares como ferramenta de ensino-aprendizagem na educação do ensino médio/técnico no instituto federal de minas gerais**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento. Universidade FUMEC. Belo Horizonte, 2014.

TULL, D. S.; HAWKINS, D. I. **Marketing research, meaning, measurement and method**. Macmillan Publishing Co., Inc., London, 1976.

VALENTE, J.A. **Diferentes Usos do Computador na Educação**. Campinas, SP: Gráfica da UNICAMP, 1993.

VALENTE, J. A. **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas, SP: Gráfica da UNICAMP, 1999.

VIEIRA, F. M. S. **Avaliação de software educativo: reflexões para uma análise criteriosa**. 2000. Disponível em:  
<[http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:YyUxxCGXw00J:scholar.google.com/+conceito+%20de+softwares+educacionais&hl=pt-BR&as\\_sdt=0,5](http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:YyUxxCGXw00J:scholar.google.com/+conceito+%20de+softwares+educacionais&hl=pt-BR&as_sdt=0,5)>.  
Acesso em: 12 dez. 2016.

## APÊNDICE A – PLANO DE AULA TURMA “A”

### PLANO DE AULA

| DADOS DE IDENTIFICAÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                        |                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Instituição:</b> CEEP LICEU PARNAIBANO</li> <li>• <b>Professor:</b> EMANUEL FELIPE FERREIRA SANTOS</li> <li>• <b>Disciplina:</b> Física 2ºano “A”</li> </ul>                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tema:</b> Física Ondulatória</li> <li>• <b>Duração:</b> 2h/a</li> <li>• <b>Data:</b> 09/03/2017</li> </ul> |                                                                                                 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS                                                                                                                                                                                                                                                                       | CONTEÚDOS                                                                                                                                                                                                                                                                                 | PROCEDIMENTOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM                                                                                                                 | RECURSOS TÉCNICOS PEDAGÓGICOS                                                                   |
| <p>Descrever os de Ondas.</p> <p>Aprender as grandezas Físicas associadas às ondas.</p> <p>Calcular a Velocidade de propagação de ondas transversais em cordas tensas.</p> <p>Ter autonomia para aprender as Propriedades de reflexão de ondas transversais nas extremidades de cordas.</p> | <p>Ondas transversais.</p> <p>Grandezas Físicas associadas às ondas.</p> <p>Velocidade de propagação de uma onda harmônica.</p> <p>Velocidade de propagação de ondas transversais em cordas tensas.</p> <p>Propriedades de reflexão de ondas transversais nas extremidades de cordas.</p> | <p>Iniciar a aula com levantamento de conhecimentos prévios, em seguida iniciar a aula expositivo-dialogada. E aplicar exercícios.</p>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quadro e pincel.</li> <li>• Livro didático.</li> </ul> |
| <p><b>AVALIAÇÃO:</b></p> <p>Será avaliado o grau de envolvimento com o conteúdo, mediante participação, formulação de questionamentos e respostas e relacionamento dos conceitos com o cotidiano.</p>                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                        |                                                                                                 |
| <p><b>BIBLIOGRAFIA:</b></p> <p>BÔAS, N. V.; DOCA, R. H.; BISCUOLA, G.J. <b>Física</b>. v. 2, 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 2010.</p>                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                        |                                                                                                 |

## APÊNDICE B – PLANO DE AULA TURMA “A”

### PLANO DE AULA

| DADOS DE IDENTIFICAÇÃO                                                                                                                                                                                                  |                                       |                                                                                                                                                        |                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Instituição:</b> CEEP LICEU PARNAIBANO</li> <li>• <b>Professor:</b> EMANUEL FELIPE FERREIRA SANTOS</li> <li>• <b>Disciplina:</b> Física 2ºano “A”</li> </ul>                |                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tema:</b> Física Ondulatória</li> <li>• <b>Duração:</b> 2h/a</li> <li>• <b>Data:</b> 16/03/2017</li> </ul> |                                                                                                 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS                                                                                                                                                                                                   | CONTEÚDOS                             | PROCEDIMENTOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM                                                                                                                 | RECURSOS TÉCNICOS PEDAGÓGICOS                                                                   |
| <p>Descrever os conceitos de Interferência de Ondas bidimensionais.</p> <p>Estudar os conceitos de Difração.</p> <p>Descrever o experiência de Young.</p> <p>Entender os conceitos de interferência de dupla fenda.</p> | Interferência de Ondas bidimensionais | <p>Iniciar a aula com levantamento de conhecimentos prévios, em seguida iniciar a aula expositivo-dialogada. E aplicar exercícios.</p>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quadro e pincel.</li> <li>• Livro didático.</li> </ul> |
| <p><b>AVALIAÇÃO:</b><br/>Será avaliado o grau de envolvimento com o conteúdo, mediante participação, formulação de questionamentos e respostas e relacionamento dos conceitos com o cotidiano.</p>                      |                                       |                                                                                                                                                        |                                                                                                 |
| <p><b>BIBLIOGRAFIA:</b><br/>BÔAS, N. V.; DOCA, R. H.; BISCUOLA, G.J. <b>Física</b>. v. 2, 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 2010.</p>                                                                                          |                                       |                                                                                                                                                        |                                                                                                 |

## APÊNDICE C – PLANO DE AULA TURMA “B”

### PLANO DE AULA

| DADOS DE IDENTIFICAÇÃO                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Instituição:</b> CEEP LICEU PARNAIBANO</li> <li>• <b>Professor:</b> EMANUEL FELIPE FERREIRA SANTOS</li> <li>• <b>Disciplina:</b> Física 2ºano “B”</li> </ul>                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tema:</b> Física Ondulatória</li> <li>• <b>Duração:</b> 2h/a</li> <li>• <b>Data:</b> 15/03/2017</li> </ul>                          |                                                                                                                                            |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS                                                                                                                                                                                                                                                                       | CONTEÚDOS                                                                                                                                                                                                                                                                                 | PROCEDIMENTOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM                                                                                                                                          | RECURSOS TÉCNICOS PEDAGÓGICOS                                                                                                              |
| <p>Descrever os de Ondas.</p> <p>Aprender as grandezas Físicas associadas às ondas.</p> <p>Calcular a Velocidade de propagação de ondas transversais em cordas tensas.</p> <p>Ter autonomia para aprender as Propriedades de reflexão de ondas transversais nas extremidades de cordas.</p> | <p>Ondas transversais.</p> <p>Grandezas Físicas associadas às ondas.</p> <p>Velocidade de propagação de uma onda harmônica.</p> <p>Velocidade de propagação de ondas transversais em cordas tensas.</p> <p>Propriedades de reflexão de ondas transversais nas extremidades de cordas.</p> | <p>Iniciar a aula com levantamento de conhecimentos prévios, em seguida iniciar a aula expositivo-dialogada com utilização de softwares de simulação. E aplicar exercícios.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quadro e pincel.</li> <li>• Livro didático.</li> <li>• Data show.</li> <li>• Softwares</li> </ul> |
| <p><b>AVALIAÇÃO:</b></p> <p>Será avaliado o grau de envolvimento com o conteúdo, mediante participação, formulação de questionamentos e respostas e relacionamento dos conceitos com o cotidiano.</p>                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                            |
| <p><b>BIBLIOGRAFIA:</b></p> <p>BÔAS, N. V.; DOCA, R. H.; BISCUOLA, G.J. <b>Física</b>. v. 2, 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 2010.</p>                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                            |

## APÊNDICE D – PLANO DE AULA TURMA “B”

### PLANO DE AULA

| DADOS DE IDENTIFICAÇÃO                                                                                                                                                                                                  |                                       |                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Instituição:</b> CEEP LICEU PARNAIBANO</li> <li>• <b>Professor:</b> EMANUEL FELIPE FERREIRA SANTOS</li> <li>• <b>Disciplina:</b> Física 2ºano “B”</li> </ul>                |                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tema:</b> Física Ondulatória</li> <li>• <b>Duração:</b> 2h/a</li> <li>• <b>Data:</b> 22/03/2017</li> </ul>                   |                                                                                                                                            |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS                                                                                                                                                                                                   | CONTEÚDOS                             | PROCEDIMENTOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM                                                                                                                                   | RECURSOS TÉCNICOS PEDAGOGICOS                                                                                                              |
| <p>Descrever os conceitos de Interferência de Ondas bidimensionais.</p> <p>Estudar os conceitos de Difração.</p> <p>Descrever o experiência de Young.</p> <p>Entender os conceitos de interferência de dupla fenda.</p> | Interferência de Ondas bidimensionais | Iniciar a aula com levantamento de conhecimentos prévios, em seguida iniciar a aula expositivo-dialogada com utilização de softwares de simulação. E aplicar exercícios. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quadro e pincel.</li> <li>• Livro didático.</li> <li>• Data show.</li> <li>• Softwares</li> </ul> |
| <b>AVALIAÇÃO:</b><br>Será avaliado o grau de envolvimento com o conteúdo, mediante participação, formulação de questionamentos e respostas e relacionamento dos conceitos com o cotidiano.                              |                                       |                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                            |
| <b>BIBLIOGRAFIA:</b><br>BÔAS, N. V.; DOCA, R. H.; BISCUOLA, G.J. <b>Física</b> . v. 2, 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 2010.                                                                                                 |                                       |                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                            |

**APÊNDICE E – QUESTIONÁRIO APLICADO NA TURMA “B”****INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS**

1) Seu professor já utilizou algum tipo de software para ensinar Física?

☐ Sim      ☐ Não

2) Como você avalia o conteúdo dos softwares (fundamentações teóricas, imagens, vídeos, animações...)?

☐ Ótimo      ☐ Bom      ☐ Razoável      ☐ Ruim      ☐ Péssimo

3) O que você achou da aula com o uso dos softwares? Justifique:

☐ Ótima      ☐ Boa      ☐ Razoável      ☐ Ruim      ☐ Péssima

---

---

4) A forma como o assunto foi abordado, com utilização dos softwares, contribuiu para a aprendizagem do conteúdo de Física Ondulatória? Justifique:

☐ Não      ☐ Pouco      ☐ Razoável      ☐ Muito

---

---

5) Os softwares utilizados facilitaram a compreensão dos conteúdos de Física Ondulatória? Justifique:

☐ Não      ☐ Pouco      ☐ Razoável      ☐ Muito

---

---

6) Você acha que aulas com utilização de softwares, facilitam mais a aprendizagem, quando comparadas às aulas com recursos tradicionais? Justifique:

☐ Não      ☐ Pouco      ☐ Razoável      ☐ Muito

---

---

7) Houve um interesse maior pelas aulas de Física o uso dos softwares? Justifique:

☐ Não                      ☐ Pouco                      ☐ Razoável                      ☐ Muito

---

---

8) Aulas com uso de softwares despertam e reforçam, a concentração e a motivação? Justifique:

☐ Não                      ☐ Pouco                      ☐ Razoável                      ☐ Muito

---

---

9) Gostaria que softwares fossem mais utilizados nas aulas de Física? Justifique:

---

---

10) Você acha que um software de simulação, pode substituir o experimento real, nas aulas de Física? Justifique:

---

---

11) Em sua opinião, para uma aula de Física ser considerada satisfatória, deve apresentar no mínimo:

- ☐ Experimentação real, Simulações virtuais, Boa fundamentação teórica.
- ☐ Simulação virtual, Boa fundamentação teórica.
- ☐ Apenas, boa fundamentação teórica.

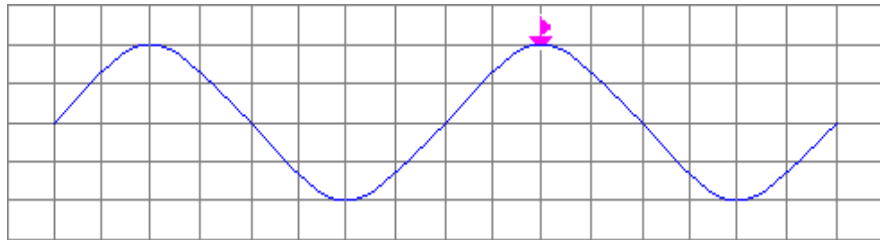
## APÊNDICE F – AVALIAÇÃO APLICADA AS TURMAS “A” E “B”

### AVALIAÇÃO SOBRE FÍSICA ONDULATÓRIA

1) Defina os conceitos de:

- a) Amplitude de onda
- b) Frequência de onda
- c) Comprimento de onda

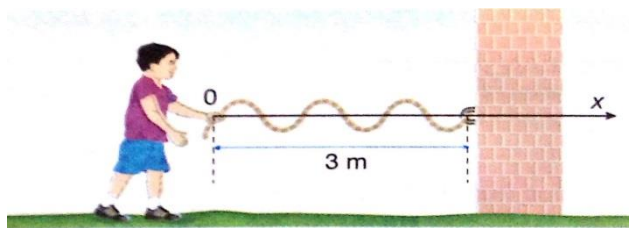
2) A figura abaixo representa uma onda periódica propagando-se na água (a onda está representada de perfil). A velocidade de propagação desta onda é de 40 m/s, e cada quadradinho possui 1 m de lado.



Determine:

- a) O comprimento de onda ( $\lambda$ ) desta onda.
- b) A amplitude (A) desta onda.
- c) A frequência (f) da onda.
- d) O período (T) de oscilação do barquinho sobre a onda.

3) Um menino produz ondas em uma corda. Na figura, podemos ver o formato de uma onda produzida por ele em determinado instante. Determine a frequência e o período dessa onda, sabendo que sua velocidade é de 0,9 m/s.



4) Uma onda se propaga em uma corda tendo o seguinte aspecto em determinado instante de tempo.



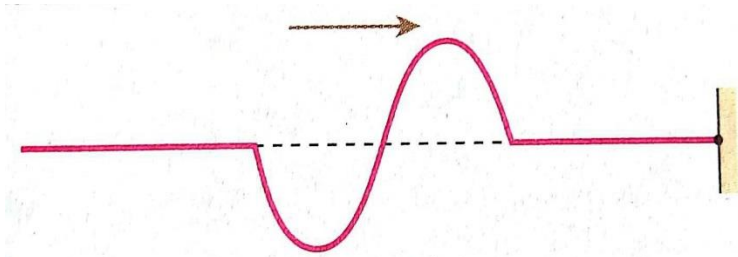
Se a frequência da onda é de 15 Hz, qual é a sua velocidade? Considere cada divisão da figura igual a 5 cm.

5) Uma determinada fonte gera 3600 ondas por minuto com comprimento de onda

igual a 10 m. Determine a velocidade de propagação dessas ondas. **Justifique sua resposta.**

- a) 500 m/s
- b) 360 m/s
- c) 600 m/s
- d) 60 m/s
- e) 100 m/s

6) Uma corda horizontal tem uma de suas extremidades fixa a uma parede. Na extremidade livre, produz-se um pulso, que se propaga ao longo da corda:

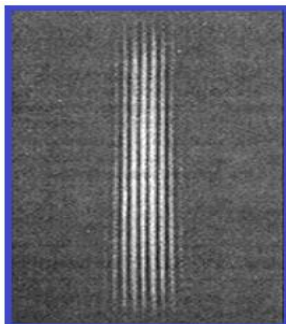


Qual será o aspecto da corda logo após a reflexão do pulso na extremidade fixa?

7) Quando duas ondas interferem, a onda resultante apresenta sempre pelo menos uma mudança em relação às ondas componentes. Tal mudança se verifica em relação à (ao):

- a) comprimento da onda
- b) período
- c) amplitude
- d) fase
- e) frequência

8) Mediante uma engenhosa montagem experimental, Thomas Young (1773-1829) fez a luz de uma única fonte passar por duas pequenas fendas paralelas, dando origem a um par de fontes luminosas coerentes idênticas, que produziram sobre um anteparo uma figura como a registrada na fotografia a seguir.



A figura observada no anteparo é típica do fenômeno físico denominado

- a) interferência.
- b) dispersão.
- c) difração.
- d) reflexão.
- e) refração

**APÊNDICE G – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ  
CAMPUS PARNAÍBA

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**

Eu, Emanuel Felipe Ferreira Santos, responsável pela pesquisa “Utilização de softwares educativos como ferramenta de apoio ao ensino de ondulatória”, estou fazendo um convite para você participar como voluntário deste estudo. A pesquisa propõe analisar o uso de softwares educativos como ferramentas de ensino-aprendizagem na educação, em séries de 2º ano do ensino médio. Será averiguada a qualidade e adequação dos softwares, o possível uso e aplicação dos mesmos e, ainda, quais as mudanças ocasionadas por sua utilização em sala de aula, quando comparadas a turmas que não utilizaram este recurso em sala.

A participação na pesquisa é voluntária e não implicará em nenhum custo ou vantagem financeira. O convidado possui total liberdade para aceitar ou recusar a participação na pesquisa, bem como retirar seu consentimento ou interromper sua participação, caso julgue conveniente, sem nenhum prejuízo advindo de sua decisão. O participante será esclarecido sobre os aspectos fundamentais da pesquisa e pode solicitar em qualquer momento ao pesquisador, esclarecimentos sob outros aspectos que forem de seu interesse. O pesquisador não divulgará, sob nenhuma condição, as informações de identidade dos participantes da pesquisa, e a divulgação dos resultados não irá apresentar nenhuma informação que possa levar à identificação dos participantes.

**Autorização:**

Entendi claramente as informações acima, e diante do exposto expresso minha concordância de espontânea vontade em participar deste estudo.

Nome do voluntário:

\_\_\_\_\_  
Assinatura do voluntário:

\_\_\_\_\_  
Parnaíba, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2017.

**ANEXO A – CARTA DE ANUÊNCIA PARA AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA**

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ  
CAMPUS PARNÁIBA

**CARTA DE ANUÊNCIA PARA AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA**

Venho através desta, solicitar autorização para convidar os alunos do Ensino Médio para participar voluntariamente da pesquisa de Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí da qual sou aluno regular.

A pesquisa propõe analisar o uso de softwares educativos como ferramentas de ensino-aprendizagem na educação, em séries de 2º ano do ensino médio. Será averiguada a qualidade e adequação dos softwares, o possível uso e aplicação dos mesmos e, ainda, quais as mudanças ocasionadas por sua utilização em sala de aula, quando comparadas a turmas que não utilizaram este recurso em sala.

A pesquisa tanto de caráter qualitativo quanto quantitativo, onde serão aplicados uma avaliação sob o conteúdo proposto e um questionário para avaliação do uso de softwares.

Declaro que será sigilosa a identificação dos alunos participantes em todas as fases e etapas desta pesquisa, e ainda utilizar os dados e materiais coletados, exclusivamente para fins da pesquisa.

Parnaíba, 17 de MARÇO de 2017.

Emmanuel Felipe Ferreira Santos

Discente do IFPI-Campus Parnaíba

☒ Concordo com a solicitação

☐ Não concordo com a solicitação

  
Diretor(a)

Fernando Lima  
Aut. Port. GSE Nº 2120/2015  
CPF 745.755.033-04  
Diretor