

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - UFSCAR
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
EXATAS

ARTHUR ALEXANDRE MAGALHÃES

**CONTEÚDOS DIGITAIS PARA O TEMA ONDULATÓRIA NA
PROPOSTA CURRICULAR DO ESTADO DE SÃO PAULO.**

SÃO CARLOS- SP

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - UFSCAR
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
EXATAS

ARTHUR ALEXANDRE MAGALHÃES

**CONTEÚDOS DIGITAIS PARA O TEMA ONDULATÓRIA NA
PROPOSTA CURRICULAR DO ESTADO DE SÃO PAULO.**

**Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Exatas como requisito para à obtenção do
título de mestre em Ensino de Ciências
Exatas.**

***Orientador: Professora Dr. Alessandra
Riposati Arantes***

SÃO CARLOS- SP

2014

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

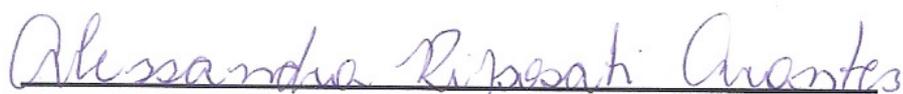
M188cd Magalhães, Arthur Alexandre.
Conteúdos digitais para o tema ondulatória na proposta curricular do Estado de São Paulo / Arthur Alexandre Magalhães. -- São Carlos : UFSCar, 2014.
120 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2014.

1. Matemática. 2. Atividade exploratório-investigativa. 3. Metodologia científica. 4. Objeto de aprendizagem. 5. Ondulatória. I. Título.

CDD: 510 (20^a)

Banca Examinadora:



Profa. Dra. Alessandra Riposati Arantes
UFU - orientadora



Profa. Dra. Nilva Lúcia Lombardi Sales
ICENE - UFTM



Profa. Dra. Ducinei Garcia
DF - UFSCar

Dedico este trabalho a minha esposa e filhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu pai, Antonio Carlos Magalhães e mãe Maria das Graças Magalhães, pelo grande apoio durante minha vida acadêmica.

Aos professores que fazem parte do programa de mestrado PPGECE (Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências), que puderam contribuir de alguma maneira para esse trabalho.

Um agradecimento especial a minha orientadora Professora Doutora Alessandra Riposati Arantes pela paciência e dedicação ao meu trabalho.

Aos meus colegas de mestrado, onde o convívio permitiu trocas de experiências que contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional.

A minha esposa Renata e meus filhos Matheus, Marcos e Letícia que souberam me apoiar durante todo o tempo, inclusive na minha ausência, a minha profunda gratidão.

Resumo

Este trabalho teve como objetivo a produção de conteúdos digitais para o tema Ondulatória, a partir dos cadernos do Estado de São Paulo. As tecnologias fazem parte do cotidiano dos estudantes, e podem ser utilizadas como ferramentas motivacionais no processo de ensino-aprendizagem. Os conteúdos digitais consistem em conjuntos de Objetos Educacionais Digitais (OEDs), tais como vídeos, simulações e áudios, acompanhados com propostas de atividades que proporcionam uma participação ativa dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem. As atividades foram inspiradas na metodologia investigativa e possuem diferentes graus de liberdade, isto é, grau variável de intervenção do professor. Após aplicação dos conteúdos digitais e análise dos resultados obtidos, os autores concluem que nas atividades em que se concede maior liberdade aos estudantes levam a uma aprendizagem mais significativa. Para constatar os benefícios de se utilizar os OEDs na prática de ensino foram elaborados mapas conceituais, antes e após a aplicação dos conteúdos digitais. Após análise dos mesmos, pode-se constatar um grande avanço no que se diz respeito ao domínio dos conceitos básicos da ondulatória.

Palavras-chave: conteúdo digital, objetos educacionais digitais, ondulatória, metodologia investigativa.

ABSTRACT

This work proposes digital content for the Waves theme which can be inserted into the curriculum of the State of São Paulo. Technologies are part of the daily lives of students, and can be used as motivational tools in the teaching-learning process. Digital content consists of learning objects, such as videos, audios and simulations, accompanied by activities that provide an active student participation in the teaching-learning process. Activities were inspired by research methodology and have different levels of freedom, i.e. varying degrees of teacher intervention. We conclude that the activities with greater student autonomy lead to a more meaningful concept learning. It is noteworthy that, in addition to the positive result, this work has produced a considerable change in my teaching practice as I started to develop activities with investigative approach, in which the student carries out the process of knowledge construction.

Key words: digital content, learning objects, waves, investigative methodology

LISTA DE SIGLAS

ARIADNE- Aliança de Criação Instrucional remoto e redes de distribuição para a Europa

BIOE- Banco Internacional de Objetos de Educacionais

BSCS- Biological Sciences Curriculum Study

CTS- Ciência, Tecnologia e Sociedade

ESS- Elementary Science Study

FIRJAN- Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro

EM- Ensino Médio

IEEE- Institute of Electrical and Electronics Engineers

MCT- Ministério da Ciência e Tecnologia

MEC- Ministério da Educação

MERLOT- Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching

NETg- National Education Training Group, Inc.

NRC- National Research Council

OEDs- Objetos Educacionais Digitais

OBMEP- Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas

PCN- Parâmetros Curriculares Nacionais

Phet- Physics Interactive Simulations

PNLD- Programa Nacional do Livro Didático

PSSC- Physical Science Study Committee

PUC- Pontifícia Universidade Católica

Compadre- Resources and Services for Physics Education

SCIS- Science Curriculum Study

SEE- Secretaria Estadual de Ensino

TICs- Tecnologias de Informação e Comunicação

USP- Universidade de São Paulo

UFSCar- Universidade Federal de São Carlos

UFRGS- Universidade Federal do Rio Grande do Sul

LISTA DE FIGURAS

Figura 01- Quadro demonstrativo das abordagens de diversos autores na metodologia investigativa.

Figura 02- Quadro demonstrativo do grau de liberdade professor/aluno nas atividades investigativas.

Figura 03 - Foto da entrada da Escola Estadual Ibrantina Cardona realizada no dia 02.08.2012.

Figura 04- Tela de abertura da simulação Ondas Mecânicas.

Figura 05- Tela de Abertura do simulador Wave-on-a-string.

Figura 06- Mapa Conceitual do Grupo I (Pré-conteúdo digital).

Figura 07- Mapa Conceitual do Grupo I (Pós-conteúdo digital).

Figura 08- Mapa Conceitual do Grupo II (Pré-conteúdo digital).

Figura 09- Mapa Conceitual do Grupo II (Pós-conteúdo digital).

Figura 10- Mapa Conceitual do Grupo III (Pré-conteúdo digital).

Figura 11- Mapa Conceitual do Grupo III (Pós-conteúdo digital).

SUMÁRIO

Resumo

Abstract

Introdução	13
1. Apresentação	17
2. Proposta Curricular do Estado de São Paulo	21
3. Objetos Educacionais Digitais (OEDs)	26
3.1 Características de um Objeto Educacional Digital.....	26
3.2 Objetos Educacionais Digitais: Um Breve Histórico.....	27
3.3 Repositórios de Objetos Educacionais Digitais.....	27
3.4 Vídeos.....	30
3.5 Simuladores.....	34
3.6 Áudios.....	37
4. Fundamentação Teórica	40
4.1 A Metodologia por Investigação: Um Breve Histórico.....	40
4.2 O Ensino por Investigação – Diversas Abordagens.....	44

4.3 Mapa Conceitual.....	47
5. Metodologia de Pesquisa.....	51
5.1 A escola.....	51
5.2 Os sujeitos da pesquisa.....	53
5.3 A metodologia empregada.....	53
6. A proposta de Trabalho.....	55
6.1 Elaboração do conteúdo digital.....	59
6.2 Discussão da Situação de Aprendizagem 1.....	60
6.3 Discussão da Situação de Aprendizagem 2.....	62
6.4 Discussão da Situação de Aprendizagem 3.....	64
6.5 Discussão da Situação de Aprendizagem 4.....	67
6.6 Discussão da Situação de Aprendizagem 5.....	69
7. Análise dos resultados e Discussões.....	70
8. Conclusão.....	83
Referência.....	85
Apêndice I- Situação de Aprendizagem 1- Isso é barulho ou música?.....	88

Apêndice II- Situação de Aprendizagem 2- Uma entrevista musical (Grau II).	90
Apêndice III- Situação de Aprendizagem 2- Uma entrevista musical (Grau III).	93
Apêndice IV- Situação de Aprendizagem 3- Uma aula do barulho (Vídeo).....	94
Apêndice V- Situação de Aprendizagem 3- Uma aula do barulho (Simulador- Pré-teste).....	96
Apêndice VI- Situação de Aprendizagem 3- Uma aula do barulho (Simulador- Grau II).....	98
Apêndice VII- Situação de Aprendizagem 3- Uma aula do barulho (Simulador- Grau III).....	100
Apêndice VIII- Situação de Aprendizagem 4- Fazendo um som.....	102
Apêndice IX- Atividade Final.....	104
Apêndice X- Orientações ao Professor.....	105

Introdução

A internet proporciona o surgimento de um novo relacionamento social, pois o modelo anterior apresentava características hierarquizadas onde o domínio da informação e o controle das relações eram plenamente controláveis. Atualmente ocorre a universalização da informação bem como o nivelamento das relações interpessoais. As novas tecnologias como TV, computadores, *tablets* e celulares oportunizam uma interatividade em redes e colocam as novas gerações em situações de participação ativa na sociedade.

As crianças nascidas a partir do final da década de 1990 utilizam as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), pois estes recursos já se encontram instalados em suas casas e também em algumas escolas brasileiras. Tal afirmação foi comprovada por um projeto de pesquisa financiado pela Fundação Telefônica e apoiadas pela Universidade de São Paulo (USP), Ibope e Universidade de Navarra, na Espanha (PASSARELLI e JUNQUEIRA, 2012). A pesquisa buscava por informações do papel das escolas na integração do acesso e uso das tecnologias, o grupo de pesquisa orienta que se deve priorizar a utilização das tecnologias disponíveis porque os jovens sentem-se motivados em empregá-las na sua aprendizagem. Segundo outra pesquisa realizada por The New Media Consortium e Sistema Firjan- NMC (2012):

À medida que novas tecnologias são desenvolvidas em um ritmo mais rápido e com maior qualidade, existe uma grande variedade de dispositivos, *gadgets* e ferramentas para escolher. Utilizar um dispositivo específico se tornou algo muito pessoal – uma extensão da personalidade e estilo de aprendizado de um indivíduo – por exemplo, o iPhone vs o Android. Existe conforto em fazer uma apresentação ou fazer uma pesquisa com ferramentas que são mais familiares e produtivas. E com a tecnologia móvel alcançando níveis de produção em massa, tornando-se mais acessível, é provável que os estudantes tenham acesso a equipamentos mais avançados em suas vidas pessoais do que na escola (pág. 20).

As possibilidades de utilizar as ferramentas tecnológicas no contexto educacional são diversas, mas vale ressaltar que é absolutamente notório que para além do emprego de computadores, *tablets* e celulares na sala de aula deve-se pensar na metodologia aplicada. A utilização destes recursos deverá facilitar na aprendizagem do estudante, mas, para o sucesso desta estratégia a aplicação deve ser bem direcionada levando-se em consideração a realidade do estudante. Segundo Nunes (2011),

Sabe-se que o uso dos computadores na escola não é garantia de se ter um ensino eficaz voltado para a aprendizagem, pois o fazer pedagógico com as tecnologias digitais não está somente no uso de atividades para o computador, mas, sim em como elas são aplicadas e contextualizadas na realidade do estudante. Estudos destacam que, para o ensino de conceitos físicos, os objetivos devem ser definidos para criar oportunidades de ação do estudante na construção do seu conhecimento de forma investigativa e direcionada (pág. 26).

A Secretaria Estadual de Ensino (SEE) implantou no início de 2008 uma Proposta Curricular para o Estado de São Paulo, com o objetivo de garantir a todos uma base comum de conhecimentos e competências. Segundo a proposta, a rede busca priorizar o desenvolvimento da competência da leitura e da escrita, pois a escola deve ser um espaço destinado a preparar os jovens para o contemporâneo. A proposta orienta e dá autonomia ao professor para diversificar suas abordagens privilegiando a utilização das tecnologias, segundo orientações da proposta:

Além do papel articulador, o tema escolhido também tem sua relevância no sentido de apresentar possibilidades metodológicas alternativas ao tratamento tradicional dos conteúdos, de apresentar abordagem criativa e, sempre que possível, favorecer o uso da tecnologia, da modelagem matemática, de materiais concretos etc. (FINI, 2008, pág.49).

Espera-se, porém, que a tecnologia deva servir para diversificar as metodologias de modo a enriquecer e favorecer o processo de aprendizagem. Além disso, deve-se ter atenção para que estes recursos não sejam utilizados por ser uma

novidade, mas sim porque este mecanismo possibilita a integração à educação (FUJII, 2006).

A busca por novas tecnologias não é a solução de todos os problemas que envolvem processos de ensino e aprendizagem, pois o professor deve conciliar estes recursos com uma metodologia que tenha sentido e significado para o ambiente escolar (PICONEZ, 2010). Desta forma, deve-se destacar a metodologia por investigação, pois a sua inserção proporciona o debate entre os pares após a elaboração das hipóteses da situação problema e facilita o engajamento dos alunos para realizar as atividades de forma autônoma (RODRIGUES E BORGES, 2008).

O presente trabalho de mestrado tem como objetivo verificar as perspectivas tecnológicas para o tema Ondulatória da proposta dos cadernos do Estado de São Paulo. Propõe-se utilizar recursos digitais denominados Objetos Educacionais Digitais (OEDs)¹, isto é, mídias digitais, como vídeos, áudios e simuladores que possuem uma finalidade educacional (ARANTES; MIRANDA E STUART 2010).

Para a utilização dos OEDS serão elaborados conteúdos digitais, isto é, atividades orientadoras dinâmicas que empregam os recursos tecnológicos. Elas servirão de atividade complementar às situações de aprendizagem que se encontram no caderno do aluno, material didático elaborado pela SEE. O presente trabalho possui dois objetivos: o primeiro é a inserção dos conteúdos digitais de forma a proporcionar a participação ativa do estudante na sua aprendizagem e o segundo refere-se a análise da disposição do estudante para solucionar os conteúdos digitais elaborados com níveis de maior ou menor grau de liberdade, neste caso, o intuito é a verificação do seu desempenho quando se utiliza recursos tecnológicos bem como a confirmação da aprendizagem dos conteúdos pré-estabelecidos.

¹ O Objeto Educacional Digital (OED) também é denominado como Objetos de Aprendizagem (OA) e a opção pelo primeiro termo se aplica devido a sua utilização pelo Ministério da Educação (MEC) no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2015.

Após a aplicação das situações de aprendizagem e dos conteúdos digitais três ferramentas auxiliarão na análise dos resultados, dentre eles temos: os conteúdos digitais, mapas conceituais que deverão ser confeccionados antes da primeira “Situação de Aprendizagem” e após quinta “Situação de Aprendizagem” e o relato detalhado das observações feitas pelo pesquisador durante a execução dos conteúdos digitais.

Ao final do trabalho de mestrado será disponibilizado um produto educacional, este material conterà as orientações ao professor e os conteúdos digitais que se apresentaram como boas ferramentas para aprendizagem significativa do estudante. Este instrumento educacional poderá ser utilizado na íntegra, parcialmente ou poderá servir como inspiração para a criação de novas propostas de situações de aprendizagem.

O presente trabalho é dividido em oito capítulos, sendo o primeiro capítulo a introdução, este tem a finalidade de proporcionar uma breve discussão sobre a importância das tecnologias na prática docente e ainda realizar uma sucinta descrição da dissertação de mestrado.

No segundo capítulo tem-se uma breve apresentação da minha trajetória acadêmica até a presente data.

No terceiro capítulo tem-se um breve histórico das evoluções dos conceitos dos Objetos Educacionais Digitais (OEDs). Também será destacado o conceito atual que é admitido pela comunidade acadêmica e serão evidenciadas suas características básicas. Será definido o que é um repositório de Objetos Educacionais Digitais e ainda serão apresentados alguns portais de grande relevância nacional e internacional. Por fim, serão apresentadas as características dos recursos tecnológicos, como: vídeos, áudios e simuladores que foram utilizados neste trabalho de mestrado.

A fundamentação teórica está descrita no quarto capítulo, inicialmente faz-se um breve relato histórico da evolução da metodologia por investigação. A seguir apresentam-se as características básicas da abordagem, bem como as vantagens de sua utilização na prática docente.

No quinto capítulo é apresentada a metodologia de pesquisa. Nele são evidenciadas a característica da escola, do público alvo, a descrição contextualizada da implementação do trabalho de mestrado e a forma de como serão coletados os dados para discussão, análise e conclusão.

A elaboração das atividades está descrita no sexto capítulo. É feita a descrição e uma breve discussão das cinco conteúdos digitais para aprendizagem de tópicos da ondulatória bem como as suas respectivas situações de aprendizagem. Tais relatos servirão de base para análise e discussão dos resultados obtidos na execução deste trabalho.

No sétimo capítulo é descrita a análise dos resultados e discussões. Neste caso foram utilizados os conteúdos digitais, os mapas conceituais e o diário de campo para fundamentar as análises observadas durante e após a aplicação dos trabalhos.

No último capítulo, tem-se a conclusão do trabalho, nele são apresentadas as impressões finais da abordagem utilizada, a avaliação dos dados encontrados e a discussão sobre a aprendizagem após a conclusão das atividades.

1. Apresentação

A minha história na educação inicia-se quando ingresso na graduação de Física no ano de 1997 na Faculdade de Ciências e Letras de Guaxupé (FAFIG). O curso era oferecido no período noturno e para custear a faculdade trabalhava de em uma agência bancária em uma cidade vizinha. O meu intuito era após a conclusão da mesma me dedicar exclusivamente à carreira no magistério.

A minha prática docente iniciou-se apenas no ano de 1998, através do cumprimento de estágios obrigatórios e substituições esporádicas de professores na escola pública do Estado de Minas Gerais. Já percebendo a minha defasagem metodológica e de conhecimentos específicos iniciei no ano seguinte o curso de especialização em Metodologia no Ensino de Ciências na União das Faculdades Claretianas de São Paulo (UNICLAR), em Batatais (SP), esta pós-graduação iniciou-se em fevereiro de 1999 e findou-se em fevereiro de 2000. Sendo assim, terminei a minha graduação no final do ano de 1999 e já no início do ano seguinte, como estava planejado, deixei a carreira de bancário e fui para o Estado de São Paulo iniciar minha carreira no magistério.

No início do ano 2000 foram atribuídas aulas na rede estadual de São Paulo nas cidades de Pedreira (SP), Mogi Guaçu (SP) e Estiva (SP) e neste momento estava muito motivado buscava orientação com os professores mais velhos e também utilizava os conhecimentos adquiridos na graduação e pós-graduação. Além das dificuldades de um professor recém-formado, outro fator me incomodava, pois percebia um grande desinteresse dos estudantes por parte do comprometimento nos estudos de uma forma geral. No final do mesmo ano, já pensando em estabilidade profissional, fui aprovado em concurso público na rede municipal de Poços de Caldas (MG), onde no ano de 2001 trabalhei de forma concomitante na rede estadual de Minas Gerais. Ao perceber que o perfil dos estudantes eram os mesmos do Estado de São Paulo e que financeiramente não havia muitas vantagens voltei para o Estado de São Paulo no ano seguinte, onde já

tive oportunidade de trabalhar em algumas escolas particulares e na rede estadual. Em 2002 participei de alguns cursos que foram ofertados pela rede particular, pois acredito que devemos investir constantemente na formação continuada do professor.

No ano de 2003 me efetivei na rede SESI de ensino e no ano seguinte me efetivei na rede Estadual de São Paulo. Permanecia preocupado em aprimorar minha metodologia de ensino, portanto sempre participava dos cursos ofertados pelas redes. No final do ano de 2009 surgiu à oportunidade de participar de uma extensão universitária, curso ofertado pela USP, cujo tema era a aplicação de atividades envolvendo o tema de Física Moderna, neste caso teríamos três módulos que seriam realizados nos dois semestres de 2010 e no primeiro semestre de 2011. Motivado pelo curso porque até então não tive aulas específicas sobre o assunto em minha graduação e durante a carreira no magistério tive que trabalhar tais assuntos, portanto seria uma ótima oportunidade para aprimorar as abordagens referentes ao tema.

No final do ano de 2010, percebi que as estratégias de ensino utilizadas no curso oferecido pela USP favoreciam uma participação mais ativa do estudante, o que ocasionava uma aprendizagem mais significativa e o seus rendimentos eram mais satisfatórios. Então, me senti preparado e motivado para prestar a prova de Mestrado no programa PPGECE, da Universidade Federal de São Carlos. Consegui entrar no programa com aluno especial e tal fato já era uma conquista efetiva em minha carreira no magistério.

O ano de 2011 começou com muita intensidade, pois de forma concomitante estava frequentando as aulas da pós-graduação e ainda estava participando do último módulo de Física Moderna na USP. Logo no início do mestrado foi ofertada a disciplina de Física na Web, tal disciplina, foi ministrada pela professora Dra. Alessandra Riposati Arantes. Após a conclusão da disciplina percebi a grande potencialidade existente nos Objetos Educacionais Digitais (OEDs), tais recursos são mídias como áudio, vídeo e simuladores que possibilitam uma diversificação nas estratégias de ensino. Tais recursos possuem grande potencial de interação entres os pares, o que faz com que estudante, neste caso, saia da

condição passiva, isto é, deixe de ser apenas um ouvinte e torna-se um indivíduo ativo no processo de aprendizagem. Tais características vinham de encontro à proposta do curso de Física Moderna, característica tal que já havia me agradado.

No ano de 2012, entrei como aluno regular no programa PPGECE e de imediato entrei em contato com a professora Dra. Alessandra Riposati Arantes comentei sobre a necessidade de inserir conteúdos digitais de forma mais efetiva na minha prática docente. Com essa ideia a professora Alessandra aceitou o desafio de me orientar e iniciamos a discussão sobre a utilização das tecnologias de informação e comunicação (TIC's) no material didático da rede estadual de ensino do estado de São Paulo. Portanto este trabalho tem como finalidade complementar o caderno do aluno da rede estadual de São Paulo com a inserção de conteúdos digitais referentes ao tema ondulatória.

2. Proposta Curricular do Estado de São Paulo

No ano de 2007, a Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEE) implantou um programa denominado São Paulo faz Escola, cuja proposta é a elaboração de um currículo único na rede pública do estado. Esse documento exalta que a sociedade do século XXI está em busca intensa pelo conhecimento, seja para o trabalho ou para suas relações cotidianas (FINI 2008).

A Secretaria da Educação propôs princípios orientadores para a prática educativa com a finalidade de proporcionar uma aprendizagem significativa em que o estudante possa inserir-se no mundo atual de forma produtiva. Segundo Macedo *et al.* (2012):

“Uma primeira diretriz seria pensar o currículo como espaço de desenvolvimento de competências cognitivas, competências práticas e competências sociais que todo cidadão deve ter. Tais competências estão associadas à capacidade de descrever e interpretar a realidade, de planejar ações e de agir sobre o real. Se de fato almeja-se contribuir para a formação geral de todo cidadão, deve-se construir um currículo capaz de abarcar uma gama mais ampla de interesses e de estilos de aprendizagem. O currículo deve ser atraente para os estudantes e, na medida do possível, incorporar os desenvolvimentos científicos que vêm ocorrendo na Física a partir do século XX” (pág. 23).

Para atender a demanda dessa nova sociedade, onde o estudante deve estar imerso de forma participativa e reflexiva neste mundo tecnológico, a proposta curricular do estado de São Paulo se estruturou da seguinte maneira:

- currículo é cultura;
- o currículo deve ser referido a competências;
- o currículo tem como prioridade as competências de leitura e de escrita;
- o currículo deve articular as competências para aprender;
- o currículo é contextualizado com o mundo do trabalho.

Para aplicação desse currículo na rede a Secretaria da Educação elaborou alguns cadernos com a finalidade de orientar gestores, professores e alunos. No caderno de orientação dos gestores existem planos de ações para elaboração do projeto político pedagógico da escola e documentos com orientações pedagógicas e de gestão. No caderno do professor encontram-se habilidades e competências a serem promovidas, atividades práticas de sala de aula com a descrição dos conteúdos disciplinares, seus objetivos gerais e específicos, estratégias de ensino e de intervenção do professor, bem como: avaliações e novas estratégias de recuperação.

A SEE também elaborou um material didático denominado caderno do aluno, sendo composto por um conjunto de quatro apostilas das disciplinas ofertadas na grade escolar anual, tendo como objetivo facilitar o aprendizado do aluno. As estratégias que se encontram no caderno do aluno, segundo FARINHA (2010):

O caderno do aluno é um material desenvolvido pela SEE que tem como objetivo facilitar o aprendizado do aluno. Ele contém várias atividades para que o aluno possa responder de acordo com a Situação de Aprendizagem” que foi desenvolvida pelo professor, sendo assim um subsídio a mais para a avaliação da aprendizagem do aluno. Os cadernos foram desenvolvidos de maneira que as atividades propostas apresentadas promovam a autonomia para aprender, nas quais o aluno passa a construir seu próprio conhecimento e o professor fica como mediador do conhecimento (pág.25).

Estas apostilas possuem temas que são divididos em situações de aprendizagem, nas quais deverão contemplar a participação ativa na sala de aula. Sendo assim, cabe ao professor criar conflitos conceituais, a mediação de ideias para facilitar a aprendizagem e ao estudante cabe participar de forma intensa no seu processo de ensino e aprendizagem.

Para auxiliar o docente, divulgar as práticas aplicadas, fornecer o material didático online e oferecer cursos e conferências, a Secretaria da Educação também criou um site denominado São Paulo faz escola². Desta forma há

² <http://www.rededosaber.sp.gov.br/portais/Default.aspx?tabid=1208>. Disponível em 25/01/2014

possibilidade de comunicação com toda a rede proporcionando capacitação constante dos professores.

A proposta curricular de Física optou por um currículo onde as escolhas dependem da nova realidade escolar, isto é, selecionou os processos e fenômenos físicos de maior relevância no mundo contemporâneo. Tal escolha justifica-se pelo fato dos jovens estarem inseridos no meio tecnológico, desfrutando das comodidades que a ciência nos confere, portanto faz-se necessário que a Física ensinada na escola seja um facilitador da compreensão destes recursos. Mas para além da compreensão deve-se ressaltar que :

“Não podemos mais continuar formando aquele ser humano mercadoria, mão de obra barata para uma sociedade tecnológica. Precisamos, e aí a escola pode ter um importante papel, formar um ser humano programador da produção, capaz de interagir com mecanismos mecânicos da comunicação, um ser humano participativo que saiba dialogar com os novos valores tecnológicos e não um ser humano receptor passivo (PRETTO³ apud ANJOS, 2008- pág 2).”

Dessa forma os estudantes devem se apropriar dos conceitos abordados e ainda devem utilizá-los na resolução de situações problemas encontradas em seu cotidiano. As propostas curriculares de Física das últimas décadas são uma versão reduzida dos cursos de nível superior onde são verificados conceitos que variam do século XVII à XIX. A SEE, percebendo essa divergência entre a sociedade atual e os conteúdos abordados em Física elaborou um material didático que foi classificado em **seis temas** distribuídos no curso do Ensino Médio, seus conteúdos são determinados, detalhados e contemplados no caderno do professor e no caderno do aluno.

Os temas da primeira série do Ensino Médio são definidos como **Movimentos: variações e conservações e Universo, Terra e Vida**. Na segunda série do Ensino Médio os temas são: **Calor, Ambiente e Usos de Energia e Som, Imagem e comunicação**. No terceiro ano do Ensino Médio os temas são **Equipamentos Elétricos e Matéria e Radiação**.

³ PRETTO, N. de L. **Uma Escola sem/com futuro**. 3. ed. Campinas, SP: Papyrus, 2001. 246 p.

Para elaboração do material didático, três novos sentidos mais amplos serviram de alicerce para o ensino de Física, dentre estes temos: a proposta curricular de Física com a perspectiva histórica e não apenas a exploração conceitual ou meramente “formulística”; as conexões estabelecidas na Física terão vínculos com as necessidades e os desafios da sociedade moderna; e por fim a proposta desfrutou dos fenômenos físicos utilizando a metodologia investigativa, pois estas estimulam a imaginação a se superar, gerando o prazer de aprender e o gosto pela Ciência.

Com a priorização dos três novos sentidos foram implementados quatro cadernos para cada série abordando os temas citados anteriormente. Nos cadernos elaborados pela SEE serão encontradas as **situações de aprendizagem** que constituem de estratégias de trabalhos, experimentação, atividades extraclasse e pesquisas, cujo intuito é priorizar a participação ativa dos estudantes proporcionando uma aprendizagem reflexiva e não meramente mecanicista.

Em relação aos temas que se encontram na proposta curricular de Física este trabalho de mestrado trabalhará o tema **Som, Imagem e Comunicação** que busca uma compreensão dos conceitos de ondas mecânicas e eletromagnéticas. Optou-se por este tema porque ele oportuniza a compreensão do conceito de onda sonora, as formas de vibração dos materiais na construção de instrumentos musicais, o funcionamento do ouvido humano, diferenciação entre ruídos e sons significativos ou expressivos. Para além dos conceitos específicos citados acima, pois o tema abordado também se torna importante para aplicação dos conteúdos da 3ª série do Ensino Médio como: os conceitos de linhas espectrais e o funcionamento de novas tecnologias como mídias CD, DVD e blu-ray deve-se ter total domínio dos conceitos básicos da ondulatória. Outro fator que contribui para a sua aplicação é a maior concentração de aulas na 2ª série do Ensino Médio, portanto existe maior quantidade de dados para análise e ainda maiores possibilidades de aplicação das atividades em caso de possíveis imprevistos.

Em relação as situações de aprendizagem referente ao tema escolhido, foram feitas análises detalhadas das atividades e pode-se perceber que as mesmas são bem práticas e induzem o estudante a discutir e analisar os fenômenos

ondulatórios, mas verificasse que nas estratégias apresentadas não houve utilização dos recursos tecnológicos para auxiliar na aprendizagem dos estudantes. Nesse sentido esse trabalho de mestrado tem como objetivo a elaboração de conteúdos digitais para aprendizagem de Física utilizando Objetos Educacionais Digitais (OEDs). Tais recursos são condizentes com a realidade tecnológica dos jovens e a proposta curricular do Estado de São Paulo preconiza a utilização destas mídias.

3. Objetos Educacionais Digitais (OEDs)

A tecnologia é um agente de transformação, atualmente pessoas fazem negócios, se comunicam e trabalham utilizando a internet. A facilidade de acesso à informação e comunicação está promovendo modificações na rotina dos cidadãos. Conseqüentemente, uma grande mudança deve acontecer no cenário educacional, pois os jovens estão inseridos nesse meio tecnológico. Uma nova tecnologia instrucional chamada Objetos Educacionais Digitais (OEDs) está sendo utilizada como estratégia de ensino para motivar e proporcionar a participação ativa do estudante na sua aprendizagem.

Os Objetos Educacionais Digitais (OEDs) são recursos digitais, como simuladores, áudios e vídeos, que apoiam a aprendizagem e facilitam a compreensão de mundo. Segundo Wiley (2000):

A ideia fundamental por trás de objetos de aprendizagem: designers instrucionais podem construir pequenos (em relação ao tamanho de um curso inteiro) componentes instrucionais que podem ser reutilizados várias vezes em diferentes contextos de aprendizagem. Além disso, objetos de aprendizagem são geralmente entendidos como entidades digitais a entregar através da Internet, ou seja, qualquer número de pessoas que podem acessar e usá-los simultaneamente (em oposição aos tradicionais meios de instrução, como uma fita de vídeo, que só pode existir em um local em um momento). Além disso, objetos de aprendizagem, pode incorporar colaborar e beneficiar com novas versões.

A utilização do OED é um recurso tecnológico que possibilita a diversificação de abordagem de ensino e proporciona novas oportunidades de aprendizagem, que até, então, não estão efetivamente disponíveis em sala de aula.

3.1 Características de um Objeto Educacional Digital

Os Objetos Educacionais Digitais (OEDs) possuem algumas características básicas como: granularidade, reusabilidade, interoperabilidade e recuperabilidade.

A granularidade dos OEDs caracteriza-se pelas unidades mínimas que, associadas, formaram uma lição. A característica granularidade (o menor item de um OED) é muito importante, pois a qualidade de um curso dependerá de sua combinação com outros OEDs.

A reusabilidade é uma característica essencial de um objeto educacional, pois quando ele é criado por uma empresa especializada ou por qualquer indivíduo deve-se possibilitar a sua reutilização em outro momento ou curso. Segundo HODGINS apud TAVARES 2006, percebe-se que quanto mais granular for um OED maior a possibilidade de reutilização em outros módulos, cursos ou para outras situações de aprendizagem.

A interoperabilidade é a característica mais complexa, pois o objeto educacional digital deveria ser capaz de reproduzir da mesma maneira, com os mesmos movimentos, sons e cores, quer esteja rodando no Windows ou no Linux, no Internet Explorer ou no Firefox, num PC ou num Macintosh. Este item ainda necessita de maior investimento da comunidade acadêmica e grandes esforços por parte das empresas privadas, pois existem grandes preocupações com a preservação dos direitos autorais das plataformas que executam os objetos de aprendizagem.

A recuperabilidade é uma característica que tem sido incentivada nos últimos anos. Neste caso, o usuário deve acessar facilmente um OED, de modo que consiga obtê-lo de forma rápida. Esse acesso é realizado em áreas denominadas metadata (em inglês). Elas são todas informações, características e propriedades que são agrupadas em acervos eletrônicos, chamados de repositórios. Os Objetos Educacionais Digitais encontram-se armazenados e agrupados e podem ser disponibilizados para os usuários interessados, geralmente de forma gratuita.

3.2 Objetos Educacionais Digitais: Um Breve Histórico

Os Objetos Educacionais Digitais (OEDs) apresentam diversas definições que decorreram ao longo do tempo até que a comunidade acadêmica

chegasse a um consenso (TAVARES 2006). A seguir tem-se uma breve lista histórica dos principais acontecimentos e publicações relacionadas aos Objetos Educacionais Digitais.

Em 1992 Wayne Hodgins definiu objetos educacionais digitais como uma coleção de objetos de informação utilizando metadados para combinar com a personalidade e as necessidades do aluno (Apud. in SAUM, 2007). Dois anos depois, Hodgins criou um grupo de trabalho para definir as arquiteturas dos objetos educacionais digitais. Simultaneamente, uma equipe foi montada pela Oracle Corporation para pesquisar sobre a conversão de cursos em computadores (e-learning) para uma versão mais flexível utilizando objetos de aprendizagem. Neste mesmo ano a National Education Training Group, Inc. (NETg) lançou um trabalho de aplicação de e-learning com base na interpretação de aprendizagem de Hodgins. Esta foi à primeira empresa do mercado a utilizar as OEDs.

Em janeiro de 1996, a Aliança de Criação Instrucional Remota e Redes de distribuição para a Europa (ARIADNE) iniciou pesquisa sobre o desenvolvimento de objetos educacionais digitais reutilizáveis para permitir uma melhor qualidade de aprendizagem. Em novembro desse ano, David Merrill sugeriu que os objetos do conhecimento fossem considerados como recursos de multimídia (texto, áudio, vídeo entre outros). Esses elementos deveriam estar na rede e deveriam incluir o nome do objeto de conhecimento, uma representação, a localização, e outros elementos de informação, tais como uma demonstração. Neste mesmo mês, o Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) formou uma equipe para promover padrões comuns de pesquisa. Em Dezembro de 1996, a Oracle lançou setenta e cinco cursos utilizando os Objetos Educacionais Digitais (OEDs).

Em 1997, surgiu uma iniciativa de infraestrutura americana de aprendizagem da EDUCOM, que mais tarde se tornou EDUCAUSE (associação com o objetivo de avançar o ensino superior por meio de tecnologia da informação). Esta iniciativa foi um esforço de cooperação entre os setores público e privado para desenvolver e compartilhar padrões comuns e ferramentas de aprendizagem e conteúdo reutilizável. Nesse mesmo ano, a IEEE começou a trabalhar no desenvolvimento e manutenção dos metadados de objetos educacionais digitais e o

Centro de Aprendizagem Distribuída da Universidade Estadual da Califórnia, estabeleceu o Recurso Multimídia Educacional para Aprendizagem e Ensino Online (MERLOT).

Em março de 1998, o Comitê de Padrões de Tecnologia de Aprendizagem publicou o projeto de normas para a utilização de metadados do objeto, que definiu um objeto de aprendizagem como qualquer entidade digital ou não digital que podem ser usados para a aprendizagem, a educação ou a formação.

Um dos momentos mais importantes para o avanço dos OEDs ocorreu em 12 de janeiro de 1998. O presidente William Jefferson Clinton assinou a Ordem Executiva 13111, intitulada "Usando a tecnologia para melhorar as oportunidades de treinamento para os funcionários do Governo Federal", que estabeleceu força tarefa do governo em tecnologia para facilitar o treinamento de seus funcionários.

Em janeiro de 2000 ocorreu um avanço da indústria de e-learning e do modelo de objetos educacionais digitais. A Iniciativa de Aprendizagem Distribuída Avançada (ADL) publicou o material didático compartilhável e a academia definiu que um OED poderia ser reutilizável e acessível. Neste mesmo momento surgiram duas definições que seriam discutidas pela academia para um OED, Wiley (apud in TAVARES, 2006) define que é "qualquer coisa digital" e Quinn (apud in TAVARES, 2006) diz que o OED é "qualquer coisa com o objetivo educacional" e não fazem a diferença entre digital ou não digital. Ele prefere reagrupar "blocos educacionais" menores para compor uma aula.

Vários trabalhos acadêmicos foram publicados em novembro de 2002, entre eles estava um artigo intitulado "Objetos de Aprendizagem do Desejo: Promessa e Praticidade", em que Lori Mortimer, da Universidade Aberta da Holanda, afirmou que um objeto de aprendizagem é uma parte do conteúdo que é menor do que um curso ou aula. Neste mesmo ano Friesen (apud in TAVARES, 2006) diz que um OED pode ser "qualquer coisa" desde que usado na aprendizagem. Exemplos: livro, computador, vassoura, uma nuvem, etc.

Segundo Saum (2007), o professor Polsani da Universidade do Arizona define que um objeto educacional digital tem forma de conteúdo de conhecimento

organizado que envolve o aprender e deve ser reutilizável. O professor e outros autores definem que um OED pode ser “qualquer coisa digital com objetivo educacional” esse é o conceito dominante de OED. Pode ser qualquer arquivo digital (texto, imagem ou vídeo), desde que usado para facilitar e promover a aprendizagem.

Um artigo de grande relevância acadêmica, segundo Saum (2007), foi publicado em outubro de 2004 por Michael Engelhardt, um professor da Universidade de Ciências Aplicadas, e seus colegas afirmaram que objetos educacionais digitais denotam a menor unidade de aprendizagem.

Em relação ao desenvolvimento de conceitos ou criações de OEDs no Brasil ainda não se encontram criações em grandes escalas, mas vale salientar que o Ministério de Ciência e Tecnologia em parceria com o Ministério da Educação no ano de 2007, selecionou e financiou a produção dos Objetos Educacionais Digitais para as disciplinas de Matemática, Física, Química, Língua Portuguesa e Biologia do Ensino Médio. Para a disciplina de Física, dois programas foram elaborados, no caso, tem-se o projeto “Acessa Física”, coordenado pelo Instituto Brasileiro de Educação, Tecnologia e Formação a Distância (IBTF) com parceria ao Instituto de Estudos Avançados (IEASC) e o Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC), ambos da Universidade de São Paulo (USP), campus de São Carlos e o outro projeto denominado “Física Vivencial” foi elaborado nos períodos de 2007-2010 pelo Instituto Galileo Galilei para Educação (IGGE) em São Paulo (SP).

Na pesquisa realizada não foram encontrados artigos ou trabalhos acadêmicos que fazem um resgate histórico de 2008 até os dias atuais.

3.3. Repositórios de objetos educacionais digitais

Os objetos educacionais digitais encontram-se armazenados e agrupados em repositórios, isto é, em ambientes virtuais que catalogam os arquivos de forma a facilitar a sua identificação para uma posterior utilização. Existem

repositórios mantidos por entidades governamentais, universidades e empresas privadas, dentre eles podemos citar sites nacionais e internacionais como:

- Portal do professor⁴ - ambiente virtual com disponibilidade de buscar sugestões de aulas, fazer download de vídeos, mapas, áudios e simuladores. Nele o professor também pode compartilhar sua ideia de aula.
- Banco internacional de objetos educacionais⁵- repositório que disponibiliza recursos educacionais de livre acesso e em diferentes formatos como áudios, vídeos, hipertexto, softwares, livros e etc .
- Compadre⁶- repositório para compartilhar recursos de ciências. Nele podem-se encontrar-se textos em diversos níveis de conhecimento, planos de aulas e objetos educacionais digitais diversos.
- Phet⁷- programa da Universidade de Colorado, que disponibiliza simulações interativas na área de ensino de ciências. Ele disponibiliza inúmeras sequências didáticas que podem ser utilizadas pelos professores

Esses repositórios foram extremamente importantes para elaboração desse trabalho de mestrado. Existem diversos recursos digitais como vídeos, áudios, flash, softwares, textos, hipertextos e simuladores disponíveis para elaboração de um plano de aula ou conteúdos digitais. No nosso caso, os objetos educacionais digitais utilizados nos conteúdos digitais para aprendizagem de Física foram vídeos, áudios e simuladores, por essa razão serão discutidos em mais detalhes a seguir.

⁴ www.portaldoprofessor.mec.gov.br. Acessado em 11.12.2013

⁵ <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br>. Acessado em 11.12.2013

⁶ <http://www.compadre.org>. Acessado em 11.12.2013

⁷ <http://phet.colorado.edu>. Acessado em 11.12.2013

3.4 Vídeos

Os vídeos são recursos que estimulam os estudantes na maioria de suas atividades diárias, percebe-se a utilização deste recurso digital diariamente como em programas de televisão, celulares, computadores e tablets. Portanto faz-se necessário que estes aparatos tecnológicos também façam parte do ambiente escolar, pois tal mídia servirá como uma ferramenta motivacional no processo de ensino a aprendizagem do aluno.

Em relação a estas tecnologias o vídeo, segundo Moran (2002), é uma ferramenta que auxilia o professor e motiva os estudantes, pois a forma de comunicação utilizada em seu cotidiano é aproximada da linguagem empregada no contexto escolar. Este recurso deve ser explorado porque os estudantes os veem como um momento de “lazer” ou entretenimento e estas expectativas devem ser difundidas imperceptivelmente para a sala de aula. Vale ressaltar que o vídeo deve estar associado a outras dinâmicas de aula e não deve ser trabalhado isoladamente.

Segundo Moran (1995), existem cinco formas inadequadas de uso de vídeos em sala de aula. Dentre elas, temos:

- Vídeo tapa-buraco: inserir um vídeo quando há um imprevisto na escola, como ausência do professor. Se este recurso for utilizado de forma corriqueira o estudante poderá associá-lo a um passatempo.
- Vídeo-enrolação: a veiculação de um vídeo sem muita ligação com o conteúdo abordado pode servir para camuflar a aula. O estudante poderá concordar com a sua utilização no momento da aula, mas criticará severamente o docente.
- Vídeo-deslumbramento: o docente se empolga com a utilização da ferramenta e deixa de utilizar outras dinâmicas de sala de aula, resultando no empobrecimento das estratégias e surge uma aversão deste recurso por partes dos estudantes.
- Vídeo-perfeição: alguns professores rejeitam todos os vídeos disponíveis porque possuem alguns erros conceituais ou estéticos. Neste caso deve-se veiculá-los para que os estudantes percebam tais erros.

- Só vídeo: não se deve utilizar este recurso sem criar momentos de discussão. A articulação do assunto abordado em aula e o tema do vídeo devem ser evidenciados.

A veiculação de vídeos pode ser trabalhada de forma diversificada. Para sua utilização não existe uma ordem rigorosa e o docente tem total liberdade de adaptar a sua realidade. Dentre as possibilidades de exploração do recurso pode-se:

- Utilizar vídeos na introdução de um tema como estratégia para motivar os estudantes e ainda possibilitar o desejo de pesquisa sobre o assunto abordado;
- O vídeo pode ser utilizado como ilustração de um tema que não pertence à realidade do estudante, como exemplo pode-se citar a estrutura de um átomo, trazer realidades diferentes de outros países ou continentes, etc;
- O vídeo pode demonstrar experimentos de alta periculosidade não realizáveis em sala de aula ou apresentar outras atividades que demandem longos tempos para a sua realização.
- Diversos assuntos podem ser veiculados de forma direta ou indireta, isto é, podem ser abordados com um conteúdo específico e direcionado ou de forma indireta com possibilidades de múltiplas abordagens ou interdisciplinarmente;
- Os vídeos podem ser utilizados como documentação, para registrar entrevistas, experimentos ou qualquer atividade que poderá ser aproveitada em uma situação posterior. Pode-se utilizá-los para criar novas situações de aprendizagem ou editar vídeos já existentes, neste caso é possível inserir novas cenas ou novos significados no arquivo anterior.

O vídeo é um recurso que possibilita a diversificação de estratégias de ensino propiciando a motivação e a aprendizagem do estudante. Por esse motivo, optamos por sugerir vídeos como uma ferramenta pedagógica para auxiliar o professor no processo de ensino-aprendizagem.

3.5 Simuladores

Os simuladores são recursos que contribuem para a autonomia do estudante, pois possibilitam diversas conexões entre as novas tecnologias, os conhecimentos básicos educacionais e o cotidiano. Segundo Valente (1995):

Esta modalidade de uso do computador na educação é muito útil para trabalho em grupo, principalmente os programas que envolvem decisões. Os diferentes grupos podem testar diferentes hipóteses, e assim, ter um contato mais "real" com os conceitos envolvidos no problema em estudo. Portanto, os potenciais educacionais desta modalidade de uso do computador são muito mais ambiciosos do que os dos programas tutoriais. Nos casos onde o programa permite um maior grau de intervenção do aluno no processo sendo simulado (por exemplo, definindo as leis de movimento dos objetos da simulação) o computador passa a ser usado mais como ferramenta do que como máquina de ensinar (pág.11).

As simulações despertam modificações nas atitudes dos estudantes. Podem possibilitar a tomada de decisões, a criação de grupos de estudos e a cooperação entre seus integrantes. Esses recursos não devem ser utilizados de forma isolada ou fora de um contexto, pois com o emprego incorreto destas mídias há perda da potencialidade destes recursos.

Em um trabalho de doutorado elaborado por GADDIN (Apud in MEDEIROS,2002) tem-se um levantamento das vantagens de se utilizar as simulações de física no ensino de ciências. Dentre elas pode-se citar:

- Fornecer um feedback para aperfeiçoar a compreensão dos conceitos;
- Permitir aos estudantes coletarem uma grande quantidade de dados rapidamente;
- Permitir aos estudantes gerarem e testarem hipóteses;
- Engajar os estudantes em tarefas com alto nível de interatividade;
- Envolver os estudantes em atividades que explicitem a natureza da pesquisa científica;

- Apresentar uma versão simplificada da realidade pela destilação de conceitos abstratos em seus mais importantes elementos;
- Tornar conceitos abstratos mais concretos;
- Reduzir a ambiguidade e ajudar a identificar e relacionar causas e efeitos em sistemas complexos;
- Servir como uma preparação inicial para ajudar na compreensão do papel de um laboratório;
- Desenvolver habilidades de resolução de problemas;
- Promover habilidades do raciocínio crítico;
- Fomentar uma compreensão mais profunda dos fenômenos físicos;
- Auxiliar os estudantes a aprenderem sobre o mundo natural, vendo e interagindo com os modelos científicos subjacentes que não poderiam ser inferidos através da observação direta; e
- Acentuar a formação dos conceitos e promover a mudança conceitual.

Entre as vantagens listadas acima o autor destaca que essas simulações são modelos simplificados da realidade. Portanto o estudante deve estar ciente que são realizadas aproximações e nem sempre correspondem com a realidade. Ele argumenta que não se deve abandonar a informática educacional por este motivo, mas apenas aponta para a necessidade de uma utilização da mesma mais refletida, equilibrada e nunca exclusiva.

Sendo assim, os conteúdos digitais foram elaborados dentro do contexto das situações de aprendizagem existentes no caderno do aluno de SEE do estado de São Paulo e os critérios estabelecidos para escolha do simulador adequado são baseados no trabalho de Macedo *et al.* (2012). Entre eles tem-se:

- Facilidade de utilização;
- Grau de confiabilidade; e

- Disponibilidade temporal.

Após a escolha dos simuladores que possuem as características citadas acima, foram confeccionados CD's para utilizá-los no laboratório de informática, evitando assim possíveis dificuldades com conexão da internet. Segundo Nunes (2011) e Neves (2011), quando se opta por essas mídias tem que se preocupar em utilizar softwares de fácil carregamento e disponibilidade gratuita, acreditando que um simulador deve possuir uma leitura rápida para evitar a distração dos estudantes.

Os conteúdos digitais que utilizaram o recurso do simulador neste trabalho foram elaborados seguindo orientações do guia do professor e do artigo de Arantes (2010). Entre as possíveis formas de utilização deste recurso tem-se:

- Aulas expositivas: O professor deverá criar questões prévias para verificar as concepções prévias dos estudantes e em seguida deverá demonstrar o simulador. Em seguida os pares deverão rever seus conceitos.
- Atividades em grupo: Os estudantes deverão se reunir em duplas e seguirão roteiros elaborados pelo professor. Com esta atividade os alunos poderão explorar o comportamento da simulação, questionar ideias e criar modelos mentais.
- Lição de Casa: Os estudantes poderão receber atividades onde utilizarão os simuladores com um roteiro elaborado pelo professor. Ele poderá ser utilizado também como um aprofundamento de conteúdo.
- Laboratório: Utilizam-se os simuladores em conjunto com as atividades práticas, possibilitando uma comparação entre o real e o virtual.

Entre as opções citadas acima, escolhemos a utilização de atividades em grupo, pois tal estratégia possibilita a discussão entre os pares, proporciona autonomia e facilita o diagnóstico das dificuldades apresentadas pelo estudante durante a aplicação das atividades.

3.6 Áudios

A sociedade moderna vive no mundo da visualidade. O valor do som tem menor relevância que a imagem, atualmente valoriza-se mais os documentos escritos como: artigos e livros ao invés da fala do próprio autor em uma palestra. No sistema de avaliação escolar a predominância do visual também é evidente, tem-se a necessidade de documentar o conhecimento do estudante através de prova escrita ao invés avaliar a sua participação em momentos de discussão nos seminários, apresentações de trabalho ou resolução oral de situação problema. Percebe-se que a sociedade contemporânea não equipara todos os códigos de comunicação humana, isto é, há uma supervalorização do visual em detrimento do sentido auditivo.

A imagem tem um poder de motivação instantâneo, provoca estimulação em pequeno intervalo de tempo, mas este recurso se demonstra menos intenso que o tempo da audição. Segundo Baitello (1997):

“...vivemos também numa época da precibilidade. A época do one-way, do descartável. A onipresença e a onipotência da imagem nos compelem a um universo descartável. Daqui a um ano, ninguém mais vai se lembrar do cartaz deste evento, de sua visibilidade. Mas seguramente, todos nós vamos nos lembrar do que conversarmos, do que falarmos, do que experimentarmos durante o evento (pág. 8).”

A sociedade contemporânea vive em um momento de saturação da visualização e da imagem e deixa-se de utilizar o potencial da audição que também possibilita a aprendizagem.

Segundo Baitello (1997), a recepção do som se dá por um pequeno pedaço de pele denominado tímpano, mas sua propagação ocorre por toda a pele. Já a luz é uma radiação que nem sempre é visível. Para ouvir o som é necessário que sejamos passivos e para recebermos uma imagem necessitamos ser ativos, isto é, tem-se que direcionar o olhar para o objeto. Ele ainda salienta que o passivo vem do termo *passion* que significa paixão e esta vinculada ao sentir, já o ativo está

associado ao agir. E neste caso, deve haver um equilíbrio entre as duas sensações, ou seja, o “ouvir” mais vinculado ao sentir e o “ver” mais associado ao fazer, ao atuar e o agir.

A utilização dos áudios deve ser utilizada em sala de aula e as suas vantagens são justificadas pelo artigo da PUC (2005). Dentre os motivos apresentados no artigo deve-se destacar:

- a familiaridade com produtos de áudio, devido à grande disseminação da mídia rádio pelo país;
- a frequência com que jovens e seus familiares ouvem programas radiofônicos em casa, a caminho e nos intervalos da escola e do trabalho – e até mesmo enquanto trabalham e estudam – e em atividades de caráter social;
- a portabilidade do rádio, menor apenas do que a do texto escrito.
- o baixo custo dos equipamentos de reprodução de produtos de áudio (rádio, *CD-players* e *mp3*, por exemplo), alimentados por energia elétrica e pilhas, o que os torna acessíveis a grande número de brasileiros, mesmo em localidades distantes e desprovidas de energia elétrica.
- o fato de que muitos professores dispõem, em suas escolas, de equipamentos de reprodução de CD de áudio. Poucos, no entanto, são os conteúdos educacionais em áudio disponíveis;

O áudio é um código de linguagem que deve ser explorado pelos docentes, pois se sabe que a grande causa do insucesso escolar está na capacidade do estudante em perceber a conexão entre as representações matemáticas, as científicas e a realidade PUC (2005). O conhecimento científico está bem afastado da realidade do estudante e para estabelecer essa ligação deve-se trabalhar o domínio dos novos códigos de representação da realidade. Segundo documento da PUC (2005):

Do ponto de vista das habilidades envolvidas no ato de aprender, os formatos radiofônicos estimulam a imaginação, a criação de cenários, a tradução

de uma linguagem – a sonora, com códigos de simples compreensão – em linguagens mais elaboradas, envolvendo abstração, como a caracterização de situações, tipos humanos, reações emocionais, entre outras. A aprendizagem está associada, de modo geral, à habilidade de transitar por códigos e linguagens específicas, tais como a da comunicação, dos idiomas, das ciências e da matemática, por exemplo. A abstração, a capacidade de “ver”, de traduzir e de operar com diferentes códigos são essenciais ao ato de aprender (pág. 3).

No texto da PUC (2005) e de Baitello (1997) ressalta-se que os áudios tem grande potencial para estimular a aprendizagem, todos afirmando que esse recurso não é autossuficiente e deve estar atrelado a outras estratégias de ensino que poderão maximizar a sua exploração.

Na esfera educacional o equilíbrio entre as mídias disponíveis deve persistir e, portanto, este trabalho de mestrado busca a diversificação das estratégias de ensino utilizando recursos de áudio, vídeos e simuladores possibilitando a aprendizagem do estudante de forma variada, já que cada indivíduo possui habilidades diferenciadas.

4. Fundamentação Teórica

Neste trabalho, propomos inserção de atividades que envolvem Objetos Educacionais Digitais no caderno do professor do Estado de São Paulo. Essas atividades foram elaboradas para o tema Ondulatória, seguindo pressupostos da metodologia investigativa. A fundamentação teórica deste trabalho está de acordo com as habilidades e competências exigidas pela Proposta Curricular do Estado de São Paulo. As principais competências da proposta são: comunicar; investigar e intervir em situações reais; estabelecer conexões e dar conceitos. Já as principais habilidades são: ler e expressar através de textos, tabelas e gráficos; descrever situações, elaborar relatórios, formular questões, selecionar variáveis, testar hipóteses, interpretar, propor e fazer experimentos; diagnosticar e enfrentar problemas individualmente ou em equipe; e relacionar informações e processos com seus contextos e as diversas áreas de conhecimento.

Nesse sentido, a metodologia investigativa permeia as competências e habilidades exigidas pela proposta curricular do Estado de São Paulo. Tal metodologia fornece aos docentes subsídios para modificar estratégias de ensino em casos de dificuldades apresentadas pelo estudante, proporciona a participação dos alunos, possibilita a análise de dados e facilita o diagnóstico de aprendizagem da sala.

4.1 A Metodologia por Investigação: Um Breve Histórico

Para uma melhor compreensão da metodologia investigativa faz-se necessário realizar a sua reconstrução histórica. Segundo Rodrigues e Borges (2008) ocorreram diversas modificações conceituais ao longo do tempo até que a comunidade acadêmica chegasse a um mesmo pensamento coletivo. A primeira definição de metodologia por investigação ocorreu no início do séc. XIX com Ludwik Fleck, em sua obra *“A Gênese e o Desenvolvimento de um Fato Científico”* (RODRIGUES e BORGES, 2008). Diz-se que a construção de um conhecimento não depende só da relação do pesquisador e o objeto de estudo, mas sim da triangulação entre o sujeito, o objeto e o estado do conhecimento, isto é, a influência do pensamento coletivo elaborado ao passar dos anos. Desta forma, podemos dizer

que o objeto de estudo não se resume exclusivamente ao pesquisador, mas sim pertence a uma comunidade científica que assimila tais conceitos e evolui com o passar dos anos, portanto a ciência possui um desenvolvimento continuado.

No início do século XIX alguns cientistas acreditavam que o ensino de ciências e a utilização de laboratórios eram importantíssimos para oferecer aos estudantes uma prática lógica, pois naquele período a educação na Europa e Estados Unidos concentravam-se apenas na matemática e gramática. Com a introdução da disciplina de ciências neste século, segundo Rodrigues e Borges (2008), surgiram três formas de ensino:

- **Descoberta Verdadeira**- os estudantes tinham o máximo de liberdade para explorar o mundo natural;
- **Verificação**- uma abordagem em que os estudantes confirmavam fatos ou princípios científicos no laboratório;
- **Investigação**- os estudantes tinham que “descobrir” os conceitos, mas o professor deveria orientá-los nas situações em que encontrassem dificuldades.

Na primeira metade do século XX a ciência se afastou dos ideais puramente científicos começou a valorizar uma abordagem social. O grande responsável por esta mudança foi o filósofo Jon Dewey que criticou o ensino de ciências em seu tempo, dizendo que o acúmulo de informações não resulta em uma aprendizagem. Para ele, o estudante deveria estar apto a desenvolver habilidades que se tornam significantes para sua utilização fora da sala de aula.

Já no início da segunda metade do século XX surgiu um movimento crítico que admitia que a ciência estivesse perdendo o rigor acadêmico, acreditava-se que a disciplina deveria ser ensinada como as praticadas pelos cientistas. Neste período a reforma curricular dos Estados Unidos proporcionou o surgimento de grandes projetos com a finalidade de aproximar o estudante do mundo científico, como exemplos, BSCS (Biological Sciences Curriculum Study) e PSSC (Physical Science Study Committee), SCIS (Science Curriculum Study) e o ESS Elementary Science Study (Elementary Science Study)(ZÔMPERO E LABURÚ, 2011).

Na década de 70 a educação tinha como objetivo a formação de um cidadão com habilidades para utilizar o conhecimento científico na resolução de situações cotidianas. Desse modo, as abordagens de ensino elaboradas pelos projetos da década anterior não contemplavam temas de interesse social relacionado à ciência. Portanto surgiu um movimento denominado CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) cujo objetivo era continuar a dar importância às habilidades das ciências, mas deveriam ser utilizados para formular o currículo de acordo com o interesse da sociedade (RODRIGUES E BORGES, 2008).

Nos anos 80 foram realizadas pesquisas nos Estados Unidos sobre o termo “investigação” e percebeu-se que os professores o utilizavam tanto para definir conteúdo quanto para técnica. Então se fez necessário reunir a comunidade acadêmica para diferenciar os termos “ensino como investigação” (teaching as inquiry) de “ensino por investigação” (inquiry teaching). O primeiro termo tinha o objetivo de preparar os estudantes a ser capaz de conduzir investigações científicas por si mesmas, já o segundo termo se preocupa em acrescentar os aspectos culturais, disciplinares e intelectuais, bem como a habilidade de aplicar o conhecimento científico na resolução de problemas relevantes para o estudante ou para a sociedade. Depois de estabelecidas as definições sobre a metodologia por investigação a comunidade acadêmica criticou a metodologia da década anterior, pois se acreditava que a criança deveria ser um “pequeno cientista”, isto é, deveria estar ambientado ao mundo científico. Portanto foi proposta uma mudança conceitual onde a metodologia por investigação deveria: levantar as concepções prévias dos alunos; propor situações que provocassem conflito cognitivo; explicar o conflito, contrapondo-o com a concepção científica aceita, e aplicá-la em conceitos diversificados (ZÔMPERO E LABURÚ,2011).

Já na década de 90 buscava-se entrar em consenso sobre o que os estudantes deveriam saber cientificamente. Os currículos norte-americanos tinham uma preocupação em definir e levar as estratégias do ensino por investigação para as salas de aula nesse sentido a National Research Council (NRC) ⁸ contribuiu com a definição de alfabetização científica através da publicação do *National Science*

⁸ NRC- Conselho nacional de pesquisa que toma decisões governamentais para promover a aquisição e difusão de conhecimentos científicos

Education Standards (Apud in MUNFORD E LIMA 2007). Nesse documento constava que os estudantes deviam ser capazes de:

- Experimentar a riqueza e o entusiasmo de quem compreende o mundo natural;
- Utilizar processos e princípios científicos apropriados para tomar decisões particulares;
- Engajar de forma inteligente em discussões e debates que envolvam temas que dizem respeito à ciência e à tecnologia;
- Aumentar a produtividade econômica utilizando conhecimento, compreensão e habilidades que uma pessoa letrada cientificamente possui em sua carreira.

Segundo Rodrigues e Borges (2008), nos últimos anos vários artigos foram publicados, mas todas as propostas se baseiam nas linhas do National Research Council (NRC) e ainda concordam que um ensino por investigação possibilita, na visão dos estudantes, uma imagem mais sofisticada sobre a ciência e a investigação científica, cooperando com o aperfeiçoamento intelectual e individual e propiciando uma forma de pensar que poderia ser utilizada na resolução de problemas.

No Brasil, segundo Munford e Lima (2007), o ensino por investigação não é bem difundido, pois sua discussão surgiu a partir de 1998 nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e os conceitos primordiais dessa metodologia vieram dos documentos da reforma do ensino de ciências dos Estados Unidos, mas o interesse de pesquisadores e educadores pela metodologia vem crescendo.

Após todas as transformações ocorridas na história no ensino por investigação percebe-se que existe um consenso nesta metodologia, nela há uma preocupação com o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos estudantes e a sua principal estratégia é a realização de procedimentos para formação de hipóteses, descrição, análise de dados e o desenvolvimento da argumentação.

4.2- A Metodologia por investigação: As diversas abordagens.

O ensino por investigação é uma metodologia de ensino que tem diversas abordagens, mas em todas as atividades investigativas analisadas a situação problema deve ser considerada como ponto de partida. A seguir tem-se um quadro com o método a ser utilizado na visão de diversos autores:

Figura 01- quadro demonstrativo das abordagens de diversos autores na metodologia investigativa (ZÔMPERO E LABURÚ, pág. 74).

Quadro 1: Resumo analítico de pressupostos do ensino por investigação

MOMENTOS DO PROCESSO	DEL CARMEN (1988)	OLVERA (1992)	ZABALA (1992)	GIL (1993)	GARCIA (1993)
ESCOLHA DO OBJETO DE ESTUDO E DO PROBLEMA	Planejamento e clarificação do problema	Escolha do objeto de estudo	Explicitação de perguntas	Situação problemática. Precisar o problema	Contato inicial, formulação do problema
EXPRESSÃO DAS IDEIAS DOS ALUNOS. EMISSÃO DE HIPÓTESES.	Definição, hipóteses de trabalho	Definição de hipóteses	Hipóteses, respostas intuitivas	Construção de modelos e hipóteses	Interação com as informações dos alunos
PLANEJAMENTO DA INVESTIGAÇÃO	Planejamento da investigação e instrumentos	Planejamento da investigação	Fontes de informações, tomada de dados		Elaboração de estratégias para incorporar novas informações
NOVA INFORMAÇÃO	Aplicação de instrumentos de investigação	Materiais e instrumentos	Tomada de dados	Realização de atividades	Interação da informação nova e pré-existente
INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES	Comunicação, discussão, valoração	Comunicação da investigação. Publicação de trabalhos	Seleção, classificação de dados e conclusão	Interpretação dos resultados, relação hipóteses e corpo teórico	
EXPRESSÃO E COMUNICAÇÃO DOS RESULTADOS	Comunicação, discussão, valoração	Comunicação da investigação. Publicação de trabalhos	Expressão Comunicação	Comunicação Intercâmbio entre equipes	Elaboração da informação existente. Recapitulação
RECAPITULAÇÃO E SÍNTESE	Sínteses Identificação Modelos explicativos			Sínteses, esquemas, Mapas conceituais	
APLICAÇÃO A NOVAS SITUAÇÕES			Generalização	Possibilidades de aplicação	Aplicação Generalização
METACOGNIÇÃO					Reflexão sobre o processo
ATUAÇÃO NO MEIO		Proposta de intervenção, Ações			

Fonte: Rodríguez et al. 1995, p. 12.

Para todos os autores apresentados no quadro acima, segundo análise de Zômpero e Laburú (2011), uma proposta investigativa deve conter:

- Um problema a ser analisado;
- A emissão de hipóteses;
- Um planejamento para a realização do processo investigativo, visando à obtenção de novas informações;
- A interpretação dessas novas informações e a posterior comunicação das mesmas.

Percebe-se que as abordagens apontadas pelos diversos autores levam em consideração as orientações da National Research Council (NRC), pois no levantamento de uma situação problema é necessária uma visão de mundo e um comprometimento do estudante. Já na emissão de hipóteses é necessário um domínio dos processos e princípios científicos, resultando em definições a serem tomadas. Para planejar, interpretar um processo investigativo e por fim comunicá-lo à sociedade deve-se levar em consideração o engajamento inteligente do estudante em debates e decisões que dizem respeito às ciências e tecnologias. Portanto, pode-se concluir que as atividades de investigação não possuem um consenso, mas algumas características devem estar presentes nas atividades investigativas:

- O engajamento dos alunos para realizar as atividades;
- A emissão de hipóteses;
- A busca por informações, tanto por meio dos experimentos, como em fontes de pesquisa;
- A comunicação dos estudos feitos pelos alunos para os demais colegas de sala, tal como ocorre na Ciência.

As atividades investigativas possuem características básicas que devem ser utilizadas, mas para além dos procedimentos fundamentais existem níveis de dificuldades que o docente deve analisar durante a elaboração dos

conteúdos digitais. Segundo ZOMPERO E LABURÚ (2011) as atividades investigativas podem ser classificadas em diferentes níveis de envolvimento, levando em consideração o público alvo, pois se o grau de dificuldade for incompatível com a do estudante provocará uma desmotivação. Sendo CARVALHO (2006) elaborou um quadro denominado de “grau de liberdade do professor para os estudantes”, apresentados na Figura 02.

Figura 02- Quadro demonstrativo do grau de liberdade professor/aluno nas atividades investigativas, segundo Carvalho (2006).

Quadro 2: Graus de liberdade professor/aluno na aula de laboratório

	GRAU I	GRAU II	GRAU III	GRAU IV	GRAU V
PROBLEMA	---	P	P	P	A/P
HIPÓTESES	---	P/A	P/A	P/A	A
PLANO DE TRABALHO	---	P/A	A/P	A	A
OBTENÇÃO DOS DADOS	---	A/P	A	A	A
CONCLUSÃO	---	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Sociedade

Fonte: CARVALHO, 2006, p. 83.

Segundo quadro apresentado acima a autora afirma que o grau I não pertenceria a uma atividade investigativa, pois o professor estaria à frente de todas as etapas. No grau II, os estudantes participam da elaboração das hipóteses, realizam um plano de trabalho visando a obtenção de dados para elaborar uma conclusão e socializar com a classe, mas a orientação do professor ainda torna-se fundamental. Nos níveis III e IV o grau de liberdade é maior, pois a responsabilidade de obtenção de dados é unicamente do estudante. No grau V as atividades propostas devem ser dirigidas exclusivamente aos cursos de mestres e doutores, pois possuem habilidades e competências para elaborar hipóteses, planejar, obter dados, concluir e divulgar suas impressões à sociedade acadêmica.

O presente trabalho foi constituído levando-se em consideração os níveis de dificuldades por investigação nos graus II e III, pois em algumas oportunidades deve-se dar maior ou menor autonomia ao estudante. Essa

metodologia está em consonância com a proposta curricular do Estado de São Paulo, pois seu público é bem heterogêneo e tal procedimento metodológico propicia e colabora com a formação de um cidadão autônomo através da participação ativa dos estudantes.

A metodologia investigativa é norteadora das atividades propostas, entretanto compartilhamos com Laború *et al.* (2003), que o docente deve buscar uma pluralidade metodológica, pois:

... o entusiasmo por certos ideais pedagógicos que, por ventura, vinculam ações didáticas, parecem não reconhecer, como fizemos notar, a possibilidade de existirem alunos que não se adaptam pedagogicamente a um determinado estilo de ensino, deixando de desconsiderar, na prática, um princípio facilmente constatável, presente em qualquer sala de aula, segundo o qual os aprendizes partem de condições iniciais desiguais e diferenciadas, pois têm trajetórias de vida cognitiva, motivacional e emocional distintas (pág. 251).

A sala de aula possui uma heterogeneidade considerável, portanto é discutível o emprego de um único estilo didático, que contempla habilidades específicas. Portanto, optamos por uma abordagem pluralista cuja finalidade não é permutar algumas regras de conduta por outras e sim atender a diversidade cultural que se encontra no ambiente escolar. O pluralismo metodológico afirma que não se deve fixar em uma única estratégia, pois cada estudante reage e é afetado diferentemente pelo professor. Sendo assim, esse trabalho também utilizará a estratégia do mapa conceitual que apresenta características da aprendizagem significativa.

4.3 Mapa Conceitual

O mapa conceitual trata-se de uma técnica elaborada por Joseph Novak e seus princípios tem uma forte relação com a teoria de aprendizagem

significativa proposta por David Ausubel. A aprendizagem significativa segundo Moreira (2010) é:

... Quando uma nova informação (conceito, ideia, proposição) adquire significados para o aprendiz através de uma espécie de ancoragem em aspectos relevantes da estrutura cognitiva preexistente do indivíduo, isto é, em conceitos, ideias, proposições existentes em sua estrutura de conhecimentos (ou de significados) com determinado grau de clareza, estabilidade e diferenciação (pág. 36).

Para ocorrer uma aprendizagem significativa o estudante necessita de um subsunçor, isto é, uma espécie de ancoragem de conceitos já existente na sua estrutura cognitiva. Estes subsunçores não são ideias inertes, pois ao se agregar o novo conceito o aprendiz terá uma visão mais ampla do significado anterior. Outro processo que ocorre nesta aprendizagem é a reconciliação integrativa. Ela ocorre quando as relações entre as ideias já estão estáveis e a partir deste subsunçor surgem novos significados que os levam a uma diferenciação progressiva levando o aprendiz a uma nova reorganização cognitiva mais abrangente. Esta aprendizagem significativa é conhecida como aprendizagem subordinada, isto é, o novo conhecimento já está fundamentado, portanto ocorre a assimilação oblietadora, onde naturalmente ocorre o esquecimento devido à falta de utilização dos conceitos na aprendizagem.

Os mapas conceituais são aplicados como recursos em todas as situações acima apresentadas bem como na obtenção de dados para verificação da aprendizagem. Segundo Moreira (2010) os mapas conceituais:

São diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos (pág.1).

Um mapa conceitual não é um organograma e para diferenciá-los temos algumas características básicas, que devem ser observadas:

- O mapa conceitual deve possuir diagramas de significados que possuem relações significativas que permitem ou não a sua hierarquização;
- Utiliza-se figuras geométricas - elipses, balões, retângulos – ao traçar mapas de conceitos, mas tal estratégia não é obrigatória;
- Os conceitos mais gerais devem se destacar dos conceitos secundários ou específicos;
- Não há regras gerais para traçar os mapas conceituais, mas deve-se ter uma preocupação maior em realçar os significados das relações entre os conceitos;
- Deve-se evitar a inserção de textos na linha que relaciona os conceitos utilizam-se apenas palavras chaves para evidenciar o significado da relação conceitual;
- O mapa conceitual deve ser explicado por quem o faz, pois a pessoa socializa os seus significados.

A técnica de mapa conceitual é bem difundida no ensino de ciências exatas, sua finalidade é a investigação efetiva da aprendizagem dos conceitos científicos e sua organização didática. Como exemplo cita-se o trabalho de Almeida (2006) que utiliza os mapas conceituais com o objetivo de analisar as potencialidades da técnica envolvendo os conceitos de óptica, tal atividade foi realizada com estudantes de graduação de Física no ano de 2005 na universidade federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Em uma proposta de Moreira (2006), utilizou-se os mapas conceituais como instrumento de evidências de aprendizagem significativa. Foram realizadas, no ano de 2006, aulas de introdução à mecânica quântica em duas turmas de 16 alunos da graduação de Física na UFRGS. Ao final do curso os estudantes foram levados a construir mapas conceituais, bem como expô-los ao resto do grupo.

A técnica de mapa conceitual é um recurso que possibilita a discussão de conceitos de qualquer área do conhecimento, viabilizando uma estratégia didática de ensino, aprendizagem e avaliação. Sendo assim, esse trabalho de mestrado pretende utilizá-los para diversificar o procedimento metodológico a fim de atingir

uma maior gama de estudantes e ainda servirá para coleta de dados e verificação da aprendizagem.

5. Metodologia de Pesquisa

O presente trabalho tem como objetivo apresentar um enfoque predominantemente qualitativo. Esta abordagem dispõe de características que permitem dar auxílio ao nosso trabalho. Segundo Moreira (2009):

A sala de aula, por exemplo, é vista como um ambiente organizado social e culturalmente no qual ações mudam constantemente, significados são adquiridos, trocados, compartilhados. Naturalmente, o contexto assume então um papel de destaque, pois os significados e as ações são contextuais. A pesquisa interpretativa procura analisar criticamente cada significado em cada contexto. O pesquisador nessa perspectiva pergunta-se continuamente que significados têm as ações e os eventos de ensino, aprendizagem, avaliação, currículo, para os indivíduos que deles participam. Indaga-se permanentemente sobre o que está acontecendo e como isso se compara com o que está acontecendo em outros contextos (pág. 26).

Percebe-se que tal abordagem possibilita uma interação entre pesquisador e o ambiente a ser analisado. Verifica-se que no contexto da sala de aula dados importantes são coletados através de observações e análise dos registros. A observação direcionada será então uma das maneiras de colher dados para a pesquisa. Nossa observação neste trabalho trata-se de uma investigação e reflexão sobre as contribuições dos conteúdos digitais bem como discutir sobre as soluções diferenciadas que ocorreram durante aplicação das atividades, possibilitando a autonomia dos estudantes.

5.1 A escola

O campo desta pesquisa foi a Escola Estadual Ibrantina Cardona localizada no centro da cidade de Holambra (SP). A unidade escolar surgiu em 1923, quando era denominada “Escola Mista da Fazenda Sesmaria”. Em 1950 intitula-se “3ª Escola da Fazenda Ribeirão” e, em 1960, foi inaugurado o prédio atual; mas, só em 1962 que passa a se chamar “Grupo Escolar Ibrantina Cardona”. Na década de 80, a Escola passou a se chamar “Escola Estadual de Primeiro e Segundo Graus

Ibrantina Cardona”. A instituição passou por uma reforma na década de 90 e sua área foi reduzida devido ao processo de reurbanização. Em 1997 o município de Holambra aderiu ao processo de Municipalização do Ensino Fundamental e a Escola, denominada finalmente de “Escola Estadual Ibrantina Cardona”, passa a ser a única a atender o Ensino Médio público e estadual da cidade de Holambra (Figura 3).

Figura 03 - Foto da entrada da Escola Estadual Ibrantina Cardona realizada no dia 02.08.2012



No espaço físico da unidade escolar existem sete salas de aula com capacidade para 35 alunos; uma sala de multimeios, com projetor multimídia, TV, DVD e som; duas quadras de esportes sendo uma coberta; uma biblioteca escolar com dois computadores com acesso a internet; laboratório de informática com 21 computadores com conexão banda larga e um aluno monitor que agenda e auxilia o professor nas atividades. Segundo informações cedidas pela secretaria da escola a unidade possui 456 alunos matriculados e no seu projeto político pedagógico verifica-se que a maioria dos estudantes é oriunda da zona rural sendo grande maioria pertencente à classe média baixa.

5.2 Os sujeitos da Pesquisa

Os sujeitos da pesquisa selecionados foram três classes, do período matutino, do segundo ano do Ensino Médio (EM) sendo denominados de 2º “A”, 2º “B” e 2º “C”.

As turmas selecionadas como sujeitos para esta pesquisa apresentam diferenças entre si. Na turma do 2º ano “A” temos trinta e sete alunos, sendo dezesseis meninos e vinte e uma meninas e as aulas foram ministradas na terceira e quarta aula das sextas-feiras. No 2º “B” têm-se trinta e seis estudantes, sendo vinte e quatro meninas e doze meninos e as aulas ocorriam na primeira e segunda aula nas sextas-feiras. No 2º “C” temos trinta e três estudantes, vinte e três meninas e dez meninos. A veiculação das aulas ocorre nas quartas-feiras na terceira e quarta aula.

5.3 A metodologia empregada

O respectivo trabalho empregará alguns instrumentos descritivos, tais como: a descrição dos sujeitos e do ambiente envolvido na pesquisa.

Nesse trabalho foram aplicados entre as “Situações de aprendizagem” os conteúdos digitais que possuem questões pré-teste e pós-teste que tem finalidade de investigar o processo de aprendizagem do estudante. Elas foram aplicadas em três ambientes diferentes: em sala de aula, no laboratório de informática ou na sala de multimeios. Foram realizadas em grupos de dois ou três estudantes, pois a discussão entre os pares proporciona a sua participação ativa possibilitando maior acompanhamento do professor para facilitar a aprendizagem.

As situações de aprendizagem do caderno do aluno foram aplicadas na íntegra e foram acrescidos os conteúdos digitais que utilizam objetos educacionais digitais (OEDs). Em todas as aulas os estudantes foram avaliados de acordo com a participação nas atividades. Os critérios de avaliação das “Situações de Aprendizagem” levando-se em consideração a fundamentação teórica escolhida e os objetivos da proposta curricular do Estado de São Paulo são:

0 (zero) → atribuída ao estudante que se recusar a realizar as atividades;

1 – 4 → atribuída ao estudante que não cumprir com as mínimas orientações;

5 – 8 → atribuída ao estudante que cumprir minimamente as atividades, contemplando as orientações básicas;

9 – 10 → atribuída ao estudante que realizar as atividades, discutindo conceitos, buscando soluções diferenciadas e praticando sua autonomia.

Durante todo o processo de ensino-aprendizagem foram realizadas análises dos conteúdos digitais entregues para avaliação do processo. Nesses conteúdos digitais foram verificados se os objetivos específicos de cada conteúdo digital foram atingidos.

Para auxiliar na obtenção de evidências de aprendizagem serão utilizados mapas conceituais. Tais mapas serão elaborados antes de iniciar a primeira “Situação de Aprendizagem” e após a conclusão do último conteúdo digital. A análise dos mapas conceituais servirá de base para analisar o desenvolvimento dos estudantes em relação aos conceitos básicos de ondulatória. Dentre eles os estudantes deverão diferenciar uma onda mecânica de ondas eletromagnéticas, deverão relacionar os conceitos de frequência e período, bem como distinguir intensidade sonora, altura e timbre. Também foram utilizados como instrumento de análise o diário de bordo contendo dados e percepções de todo o processo de pesquisa, além de registros fotográficos das atividades.

O respectivo trabalho já possui permissão individual dos estudantes para realização das atividades, pois no início do ano letivo toda rede do estado de São Paulo recolhe uma autorização para utilização de imagens.

6. A proposta de trabalho

Esse trabalho tem como produto a elaboração de conteúdos digitais que complementam os cadernos da rede estadual de São Paulo, tais atividades tem a finalidade de motivar e facilitar o processo de aprendizagem de Física. A ideia desse projeto iniciou-se após o curso da disciplina, Física na Web, ofertada no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Através deste curso percebi que os Objetos Educacionais Digitais (OEDs) possuem grande potencial de interatividade e ainda possibilitam diversificação de estratégia de ensino. Os OEDs são mídias digitais como vídeos, áudios e simuladores que devem ser incorporados em uma sequência didática. Tais recursos possibilitam uma maior interação entre os pares, proporcionando momentos de discussão e análise dos conceitos abordados. O estudante, neste caso, sai da condição passiva, isto é, deixa de ser apenas um ouvinte onde as possibilidades de participação na sua aprendizagem são mínimas e torna-se um indivíduo ativo no processo de aprendizagem. Tais características apresentadas por estas ferramentas entram em consonância com a proposta da rede de ensino do Estado de São Paulo no que se diz respeito às habilidades a serem trabalhadas em sala de aula e à formação do cidadão, portanto faz-se necessário a sua inclusão.

Percebendo a necessidade de inserir conteúdos digitais de forma mais efetiva na minha prática docente busquei orientação com a professora Dra. Alessandra Riposati Arantes, onde discutimos sobre a utilização das tecnologias de informação e comunicação (TIC's) no material didático da rede estadual de ensino do estado de São Paulo. Nesta conversa, chegamos à conclusão que inicialmente seria realizada uma leitura crítica do caderno do aluno para verificação da utilização dos OEDs nas situações de aprendizagem. O conteúdo escolhido foi à ondulatória porque tal assunto tem grande importância para compreensão do funcionamento do ouvido humano. As ondas eletromagnéticas também possibilitam a compreensão do funcionamento dos diversos meios de comunicação como emissão de ondas de rádio, TV e telefonia.

Após definição do conteúdo abordado foi iniciada a leitura crítica do caderno do aluno do 2º ano do ensino médio, mais especificamente as situações de aprendizagem que vão de 1 a 5 no terceiro volume. Após análise do material percebi que existia um único momento, na terceira “Situação de Aprendizagem”, que ocorria a utilização de um OED. Neste único caso, os estudantes devem trazer antecipadamente áudios de cantores diversos que emitem sons graves ou agudos para discussão sobre o conceito de altura sonora. Em relação às outras atividades, de uma forma geral percebi que as situações de aprendizagem são práticas e induzem o estudante a discutir e analisar os fenômenos ondulatórios.

Com a constatação da pequena exploração das TIC's e convencido do grande potencial destas ferramentas foi iniciada uma revisão na literatura sobre o tema. Foram consultados artigos, revistas, dissertações e teses, no intuito de saber se existe uma quantidade considerável de artigos no ensino de Física que apresentem sequências didáticas, ou situações de aprendizagem, que norteiem o trabalho do professor em sala de aula. Concentramos as buscas nos anos de 2010 a 2014, na Revista Brasileira de Ensino de Física, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Física na escola, Caderno Catarinense de Ensino de Física, Google Acadêmico, Revista Iberoamericana de Informática e American Journal of Physics. Ao analisá-los percebi o crescente aumento de trabalhos que privilegiam a utilização de Objetos Educacionais Digitais nos últimos anos, entretanto foi encontrado somente um trabalho, de Miranda (2013), onde se apresenta uma sequência didática de ondulatória e nos outros trabalhos verifica-se que o tema foi abordado, mas não há divulgação dos roteiros aplicados.

A elaboração dos conteúdos digitais aqui propostos atenderá os objetivos gerais e específicos de cada “Situação de Aprendizagem”. Os objetos educacionais digitais utilizados foram retirados do repositório Phet (Physics Interactive Simulations)⁹, dos projetos ACESSA Física¹⁰ e Física Vivencial¹¹. Já os dois outros projetos citados acima foram financiados pelo Ministério da Ciência e

⁹ <http://phet.colorado.edu/> Acessado 04.11.2013

¹⁰ <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/> Acessado 04.11.2013

¹¹ <http://www.fisicavivencial.pro.br/> Acessado 04.11.2013

Tecnologia (MCT) e Ministério da Educação (MEC) cujo objetivo foi o desenvolvimento de recursos educacionais de mídias audiovisuais, áudio, software e experimentos. E sua disponibilização se encontra nos repositórios: Portal do Professor e no Banco Internacional de Objetos de Educacionais (BIOE).

As atividades relacionadas aos conteúdos digitais foram inspiradas em questões propostas nos guias do professor dos respectivos repositórios e de vestibulares nacionais. Além disso, as atividades foram elaboradas seguindo uma proposta investigativa onde se busca o engajamento dos alunos para realizar as atividades.

Com a elaboração dos conteúdos digitais concluída, programou-se a sua aplicação para o primeiro bimestre do ano letivo de 2013, mas a sua execução não foi realizada na data prevista porque no final de dezembro de 2012 o laboratório de informática da escola que possuía cinco computadores havia recebido mais dezesseis e sua instalação não foi realizada a tempo. Além disso, a contratação do estagiário foi aprovada apenas no mês de março. No início do mês de abril, tentou-se iniciar a aplicação do presente trabalho, mesmo sem todos os computadores. Para isso, foi realizada uma conversa com cada classe sobre a possibilidade dos estudantes trazerem seus notebooks e *tablet's*. Conseguimos dos alunos oito aparelhos que somados aos cinco computadores da escola poderiam ser suficientes para execução das atividades, entretanto a diretoria de ensino de Mogi Mirim não liberou o espaço enquanto todos os computadores estivessem devidamente instalados. O projeto pôde ser iniciado em maio, quando o laboratório foi liberado. Em relação aos programas necessários para a utilização, no mês de fevereiro, foi solicitado ao responsável pelo projeto *acessa escola* na diretoria de ensino de Mogi Mirim a de instalação dos softwares, *onda em corda*¹² e *ondas mecânicas*¹³ nos computadores. O responsável pela sala de informática informou que para a instalação de qualquer software nos computadores era necessário o preenchimento de um requerimento para análise da secretaria da educação do estado de São Paulo e após aprovação seriam liberadas, mas até o momento a autorização não

¹² https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/wave-on-a-string. Acessado 18.05.2014

¹³ <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/10365>. Acessado 18.05.2014

aconteceu e assim sua utilização ocorreu de forma on line. Em contrapartida, o software ondas em corda, do Phet já se encontrava instalado em todos os computadores, mas uma versão em inglês.

Devido à tardia liberação do laboratório a aplicação do produto iniciou-se na primeira semana de maio, final do primeiro semestre e, encerrou-se na última semana de agosto, início do segundo semestre.

De uma forma geral o projeto foi executado de forma satisfatória, mas dois fatos prejudicaram a sua execução. A primeira situação seria a indisponibilidade para utilização do ACESSA Escola no início do período matutino isto é, sete horas da manhã, pois só pode ser iniciado a partir das oito horas, horário em que o estagiário inicia a sua função. Este problema não foi solucionado, pois tais fatos são de ordem organizacional da rede educacional do estado de São Paulo. Em razão desta impossibilidade de alteração do horário do estagiário, acarretou no comprometimento da utilização do espaço pela turma do 2º “C” que tem as duas primeiras aulas de Física, portanto não foi possível iniciar os simuladores na primeira aula. Para resolver este problema foi decidido para esta turma dar sequência na “Situação de Aprendizagem” seguinte e na segunda aula utilizar o espaço do ACESSA Escola. O segundo fato que deve ser destacado se refere ao excesso de tempo para que todos os computadores fossem logados ao sistema. Para ocorrer à liberação das máquinas todos os estudantes colocam o mesmo login e senha precisando ativá-los no mesmo instante. Para executar tal procedimento e liberar todas as máquinas são necessários oito minutos o que compromete o desenvolvimento das atividades porque a aula é de cinquenta minutos, além do tempo gasto para conduzi-los e acomodá-los no laboratório de informática. Na tentativa de ocupar esse tempo ocioso, aproveitava-o para retomar os conceitos da aula da semana anterior.

Vale ressaltar que o tempo previsto para execução das atividades propostas no caderno do aluno sem a utilização dos conteúdos digitais é de dez aulas, desconsiderando o tempo para aplicação de provas, trabalhos individuais ou em grupos. A aplicação deste trabalho ocorreu durante nove semanas, ou seja, dezoito aulas, mas durante todo o processo tivemos alguns imprevistos como a aplicação da prova da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas

(OBMEP), orientações do projeto da escola que foi apresentado na última semana de junho e falta coletiva dos estudantes na primeira semana de agosto. Embora tenhamos algumas complicações durante a implantação deste trabalho percebeu-se a motivação e o interesse dos estudantes sobre os conteúdos digitais, pois tal participação não ocorria da mesma forma quando realizávamos atividades sem a utilização das tecnologias. E de qualquer forma acredito que mesmo com as dificuldades apresentadas acima os objetivos gerais da atividade não foram comprometidos e puderam ser contemplados.

6.1 Elaboração do conteúdo digital

As atividades propostas nesse trabalho foram elaboradas segundo os princípios da metodologia investigativa. Sabe-se que independentemente do autor que a utiliza, existe um consenso quanto às etapas a serem executadas, isto é, toda atividade deve conter: um problema a ser discutido, elaborar as hipóteses, um plano de ação para levantamento de dados, interpretação e socialização das informações. Além das características básicas da metodologia, Carvalho (2006) cita que as atividades devem ser compatíveis com o nível de envolvimento do público alvo. A autora divide as atividades em quatro graus de liberdade, onde o grau I não pertence à metodologia investigativa e nos graus II à IV temos diferentes níveis de autonomia. Nas atividades de grau II os estudantes participam da elaboração das hipóteses, realizam um plano de trabalho visando à obtenção de dados para elaborar uma conclusão e socializar com a classe, mas a orientação do professor ainda torna-se fundamental. Nos graus III e IV o grau de liberdade é maior, pois a responsabilidade de obtenção de dados é unicamente do estudante.

No presente trabalho encontraremos atividades com diferentes níveis de liberdade que variam de nível II a III. Haverá casos em que utilizaremos os dois graus de liberdade para a mesma “Situação de Aprendizagem” em classes diferentes. Tal decisão foi tomada com o propósito de analisar a autonomia do estudante quando se utiliza as tecnologias e ainda verificar se o objetivo específico da “Situação de Aprendizagem” foi atingido.

Faremos a descrição e uma breve discussão das cinco Conteúdos Digitais para aprendizagem de Física bem como as suas respectivas situações de aprendizagem.

6.2 Discussão da Situação de Aprendizagem 1

Na primeira “Situação de Aprendizagem” proposta no caderno do aluno cujo título é “**Isso é barulho ou música?**” o objetivo específico da aula é descobrir os conhecimentos prévios dos estudantes sobre ondas sonoras e a sua identificação em sons agradáveis ou desagradáveis. Antes de iniciar a “Situação de Aprendizagem” é proposta a realização de um mapa conceitual para verificação dos conhecimentos prévios. Inicialmente, os estudantes foram questionados sobre o reconhecimento de tal estratégia, no total três estudantes disseram ter ouvido falar. Por conta disso, apresentei as características gerais de um mapa conceitual na lousa, através de exemplos de conteúdos já abordados no início do ano letivo. Para facilitar a compreensão desta ferramenta elaboramos com a participação dos estudantes um mapa conceitual sobre o tema terminologia na lousa. Vale ressaltar que tal tema havia sido trabalhado no 1º bimestre. Em seguida, foi solicitado que os estudantes, em duplas, confeccionassem um mapa conceitual sobre o tema ondas. Os mapas foram recolhidos e serão utilizados como instrumento para o diagnóstico dos conhecimentos prévios sobre o tema, além disso, será utilizado como critério de avaliação.

Para iniciar a primeira “Situação de Aprendizagem” foi levado à sala de aula o projetor para veiculação de um vídeo¹⁴, este recurso foi utilizado como motivação, para isso, foi apresentado um pequeno trecho de quarenta e três segundos do desenho do pica pau onde vários sons foram emitidos provocando o stress do personagem. Após a apresentação do vídeo, os estudantes foram questionados sobre o tema que seria abordado. E alguns estudantes já comentaram que o tema seria o som. Em seguida, os estudantes foram orientados a utilizar o material didático da rede estadual de São Paulo o Caderno do Aluno, a qual pedia

¹⁴ Pica pau- Piratas do Barulho está disponível em

<http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/modules/debaser/singlefile.php?id=1713>. Acessado em 25/05/2014

uma lista de 10 sons que os estudantes tivessem escutado naquele dia. Depois deveriam classificá-los em sons agradáveis e desagradáveis. Após cinco minutos os estudantes foram questionados sobre os critérios utilizados para a classificação de ruídos e música. Após discussão, a aula já se encontrava no fim e os estudantes foram orientados a responder as questões da seção, “Você Aprendeu”, cujo objetivo é a verificação se os estudantes compreenderam como o som é produzido e se qualquer tipo de som pode ser compreendido como música. Para aproveitar os últimos minutos de aula foi realizada a explicação da tarefa contida no caderno do aluno. A atividade sugere que os estudantes entrevistem um músico sobre um instrumento musical, sua afinação e a composição das notas musicais.

Em relação às características específicas de cada turma os estudantes do 2º “A” tiveram dificuldades para elaborar o mapa conceitual e alguns estudantes queriam utilizar o livro didático para buscar os conceitos de onda, mas foram orientados para não preocupar se os conceitos estavam certos ou errados porque o objetivo da atividade era descobrir os conhecimentos prévios existentes. É digno de nota que ao final das duas aulas os estudantes participaram ativamente das atividades propostas. Em relação aos mapas conceituais produzidos pelos estudantes. Os conceitos de ondas surgiram de forma superficial, isto é, eles reconhecem alguns tipos de ondas como a onda sonora, de rádio e TV, mas não souberam classificá-las quanto à natureza, mecânica e eletromagnética, não percebem a forma de emissão. No 2ºB a elaboração do primeiro mapa conceitual, cujo objetivo era buscar a compreensão de como elaborá-lo, teve a participação ativa da sala, mas os conceitos pré-existentes sobre o tema ondulatória também surgiram de forma confusa. No 2º C durante a elaboração do mapa conceitual todos os estudantes se mostraram preocupados em realizar a atividade utilizando os conceitos corretos, mas os orientei para que não se preocupassem em buscar os conceitos no livro didático e sim elaborassem com o que entendiam sobre o tema. Da mesma forma das classes anteriores os conhecimentos prévios sobre ondas foram apresentadas de forma vaga. As atividades foram realizadas com pequenos problemas disciplinares, pois tal turma é um pouco mais ativa, mas ao final conseguiram atingir os objetivos da atividade, que neste caso era a distinção entre música e barulho.

A inserção da proposta do conteúdo digital ocorreu na segunda semana de aplicação das atividades. A aula iniciou-se com uma retomada dos conceitos trabalhados anteriormente e em seguida os estudantes receberam as questões problematizadoras (**Apêndice I**) referentes ao vídeo, são elas:

- 1) Como é produzido o som?
- 2) O som se propaga no ar? Como?
- 3) O som se propaga nos meios sólidos e líquidos?

As questões tem o objetivo de verificar conhecimentos prévios dos estudantes antes da apresentação do vídeo “O Mundo de Beakman, som, Beakmania e explosões”,¹⁵. Estas questões podem ser classificadas de nível de liberdade de grau II, já que o vídeo é autoexplicativo e o professor não necessita intervir de forma contundente. As perguntas tem o objetivo de verificar se os estudantes compreendem como o som é produzido e se estes propagam em todos os meios materiais. Após terem assistido o vídeo, os estudantes receberam as mesmas perguntas para reverem suas respostas. O vídeo foi veiculado na sala de aula através de um projetor e um computador. Os alunos trabalharam em duplas. Ao final da primeira atividade, devido à indisponibilidade de tempo para que todos apresentassem suas conclusões, três grupos, espontaneamente, se ofereceram para apresentar seus resultados.

6.3 Discussão da Situação de Aprendizagem 2

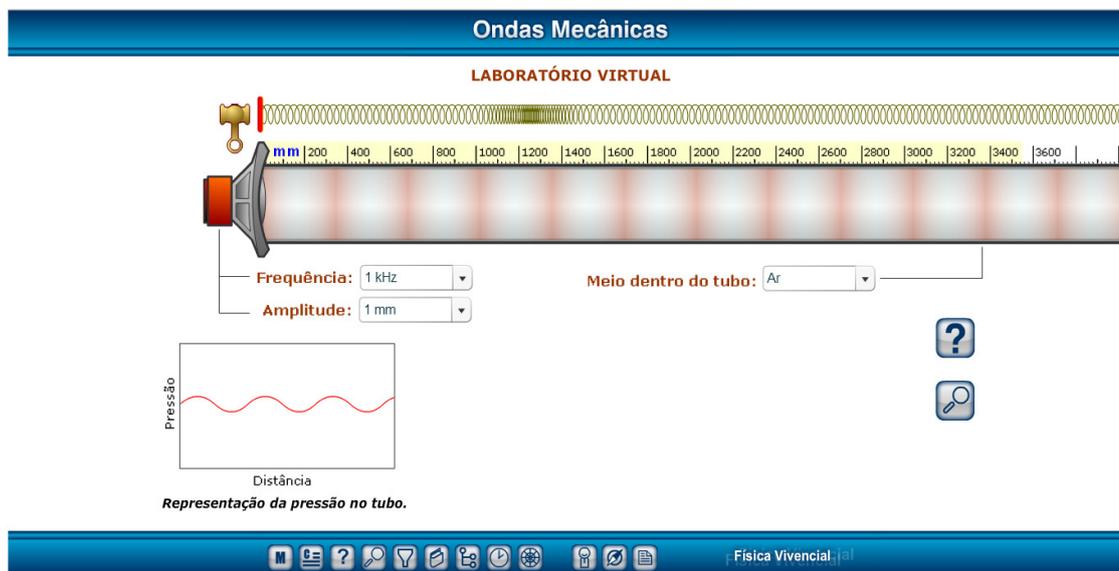
A segunda “Situação de Aprendizagem” proposta nos cadernos do aluno, **Uma entrevista musical**, tem objetivo de buscar a compreensão do funcionamento de diferentes instrumentos musicais, o que os diferencia e a forma correta de afiná-los. Essa proposta é iniciada com a apresentação da entrevista realizada pelos estudantes, em grupos, com um músico. Neste caso, para gerenciar

¹⁵ O vídeo “O Mundo de Beakman, som, Beakmania e explosões” está disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=liU0HzBBOA8> Acessado 07.12.2012

o tempo de aula, pois não haveria tempo para apresentação de todos os grupos, foi pedido para que apenas dois grupos da sala apresentassem os dados da entrevista com um músico sobre o funcionamento de instrumento musical. Em seguida, foram feitas leituras dos textos do caderno do aluno: “O que é som?” e “Ondas sonoras”. O objetivo do primeiro texto é a verificação de que todo som depende fundamentalmente de uma fonte que o produz e no segundo texto os estudantes são levados a perceber que as ondas sonoras necessitam de um meio elástico para se propagar. Os exercícios da atividade do caderno do aluno no ícone “você aprendeu” foram realizadas no final da aula e como tarefa, foi pedido aos estudantes para pesquisarem a equação fundamental de onda.

A inserção do conteúdo digital na segunda “Situação de Aprendizagem” iniciou-se após o ícone “você aprendeu”, do caderno do aluno, o recurso a ser explorado neste caso foi o simulador “Ondas Mecânicas”¹⁶.

Figura 04- Tela de abertura da simulação Ondas Mecânicas. Nesse recurso podem-se verificar as variações de velocidade da onda, amplitude e frequência em diversos meio de propagação.



¹⁶ Ondas Mecânicas: <http://www.fisicavivencial.pro.br/sites/default/files/sf/111SF/index.htm> Acesso 10.12.2012

Foram elaboradas duas atividades sendo uma de grau II (menor grau de liberdade professor/estudante) e outra de grau III (maior liberdade professor/estudante). O objetivo das atividades perpassa por uma sistematização maior das propriedades de uma onda como amplitude, comprimento de onda, frequência e velocidade de propagação de uma onda, pois o caderno do aluno não dá uma ênfase maior às grandezas acima citadas. As atividades foram inspiradas no guia do professor¹⁷, porém com algumas adequações. As atividades possuem duas tarefas cada. Um pré-teste que é entregue antes de utilizar o OED e uma atividade que é utilizado durante a exploração do simulador. As perguntas são as mesmas nos dois casos, mas com graus diferentes, o que modifica é a forma de explorar o simulador, isto é, a atividade de grau II é mais detalhada, com participação maior do professor. Já a atividade de grau III possibilita que os estudantes colem os dados de uma forma mais autônoma. A atividade de grau II encontra-se **Apêndice II**, verifica-se que o aluno deve seguir um passo a passo até compreender as relações entre as grandezas de amplitude, comprimento de onda e velocidade de propagação. No **Apêndice III** encontra-se a atividade grau III.

6.4 Discussão da Situação de Aprendizagem 3

A terceira “Situação de Aprendizagem” proposta no caderno do aluno cujo título é, “**Uma aula do barulho**”, tem o objetivo de analisar conceitos fundamentais de uma onda sonora, como: altura do som e intensidade sonora. Neste caso o caderno do aluno pode ser dividido em três momentos. No primeiro momento apresentam-se algumas músicas com cantores que variam do grave ao agudo, para buscar a definição de altura do som. No segundo momento propõe-se uma leitura de um texto, denominado “A altura de um som”, para compreender que altura do som provoca variação no comprimento de onda. No terceiro momento tem-se uma atividade, “Barulho x Música”, onde se faz a leitura de texto e análise de imagem para verificar que a intensidade sonora provoca variação na amplitude da onda.

¹⁷ Guia do professor este em:

http://www.fisicavivencial.pro.br/sites/default/files/sf/111SF/09_guia_professor.pdf

Nessa “Situação de Aprendizagem” serão inseridos dois Objetos Educacionais Digitais (OEDs). O primeiro selecionado foi um vídeo de “Ondas Sonoras”¹⁸ disponibilizado pelo site ACESSA Física¹⁹ que engloba propriedades ondulatórias como: timbre, frequência, altura e ressonância. A contextualização dessa temática ocorre mediante um desafio que é proposto a duas equipes de estudantes denominadas equipe vermelha e azul. A equipe vermelha ficará responsável por produzir um instrumento de sopro e a equipe azul ficará responsável por produzir um instrumento de percussão do tipo idiofones percutido. A elaboração desse conteúdo foi copiada na íntegra, tais questões se encontram no guia do professor proposto no site ACESSA Física, nele encontra-se uma proposta de atividade a ser realizada de forma investigativa. De acordo com orientação os roteiros foram divididos em dois momentos: a pré-veiculação e pós-veiculação. No primeiro momento os estudantes discutem, em duplas, sobre a produção do som na nossa voz, o que diferencia a voz masculina da feminina e porque o espaço sideral é silencioso. E após a veiculação do vídeo as duplas utilizam as informações do vídeo para responder as mesmas questões anteriormente abordadas.

Finalizado as atividades referentes ao conteúdo digital retornamos ao caderno do aluno no ícone “Você Aprendeu” onde sua finalidade é a revisão dos conceitos de altura, intensidade sonora e velocidade de propagação da onda. Os estudantes fizeram os exercícios em duplas e a correção foi efetuada em conjunto.

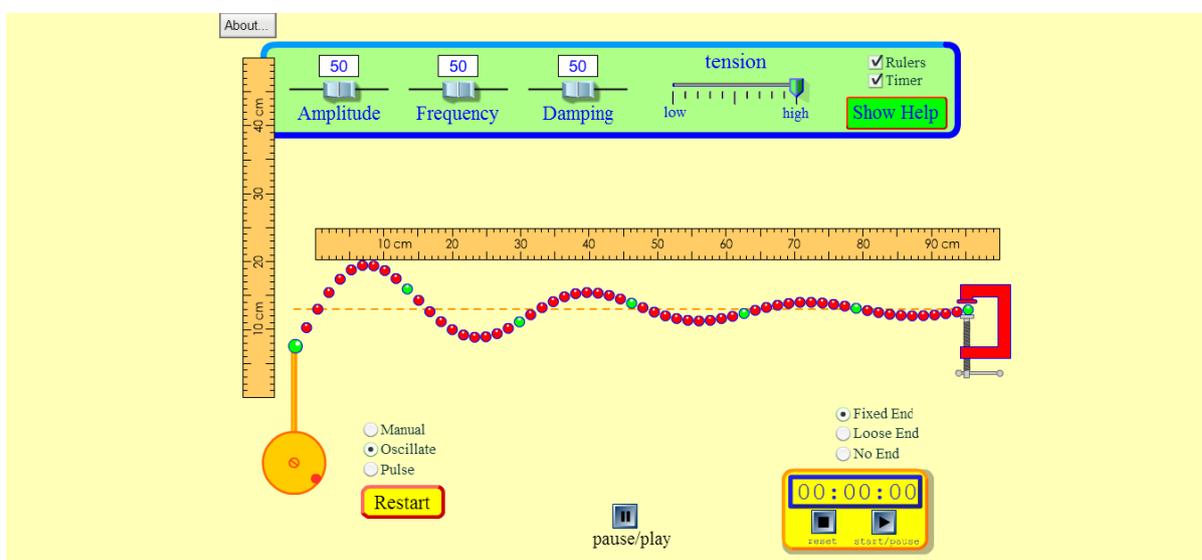
A segunda atividade foi trabalhada na semana seguinte, mas para elaborá-la utilizamos um simulador do repositório Phet²⁰. Esse OED permitiu a investigação da relação entre a frequência, comprimento de onda, velocidade de propagação e amplitude. Os estudantes são convidados a alterar os parâmetros dessas grandezas e calcular sua intensidade, utilizando os recursos disponíveis, como relógio e régua.

¹⁸ Ondas Sonoras: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/15640> Acesso 18.12.2012

¹⁹ Site ACESSA Física: http://177.71.183.29/acesa_fisica/index.php/acesafisica/Midias/Audiovisual/Os-Curiosos-Ondas-Sonoras. Acesso 18.02.2012

²⁰ Phet: <http://phet.colorado.edu/>. Acesso 09.12.2012

Figura 05 – Tela de abertura do simulador “Wave-on-a-string”. Nessa simulação pode-se produzir pulsos onde se possibilita alteração de tensão, frequência e amplitude da corda (Phet²⁰).



Para utilização dessa simulação foram produzidas três atividades, são elas: um pré-teste, que se encontra no **Apêndice V**, e duas atividades com níveis de liberdade II e III que serão aplicadas em duas turmas distintas. As atividades foram inspirada e traduzidas da proposta do autor Jackie Esler disponível no site do Phet²¹, tal roteiro coincidia com os objetivos da “Situação de Aprendizagem” 3. Os exercícios propostos por ele são de natureza investigativa. De acordo com a proposta de trabalho deve-se ter uma atividade de grau de liberdade III (**Apêndice VII**), foram realizadas algumas adaptações para dar maior autonomia para o estudante pesquisar, analisar e explorar o simulador. Durante a adequação dos exercícios os objetivos foram mantidos e desta forma as questões 3 e 4, que encontram-se no **Apêndice VII**, tem a finalidade de verificar que a atenuação da onda, embora signifique diminuição da amplitude, não provoca alteração no comprimento de onda. Nos exercícios 5 e 6 pretende-se discutir o conceito de frequência. Já na produção da atividade de grau II, disponibilizada no (Apêndice VI) foram utilizadas as mesmas questões do pré-teste com o acréscimo de uma questão

²¹ Atividade do autor Jackie Esler: https://phet.colorado.edu/pt_BR/contributions/view/3447 Acessado em 25/05/2014.

para que a dupla pudesse expor os conceitos de amplitude, comprimento de onda e frequência.

6.5 Discussão da Situação de Aprendizagem 4

A quarta “Situação de Aprendizagem”, “**Fazendo um som.**”, tem objetivo específico de perceber os fenômenos ondulatórios bem como compreender o funcionamento de alguns instrumentos musicais. Em relação ao caderno do aluno três estratégias se destacam. Na primeira estratégia os estudantes devem confeccionar antecipadamente os instrumentos musicais sugeridos no próprio caderno do aluno. No segundo momento trabalha-se um texto sobre o violão genérico utilizando a fórmula matemática para relacionar o comprimento da corda, a frequência, a tensão entre outras grandezas. No último momento, têm-se dois textos onde se busca definir o conceito de timbre e a ressonância.

Em relação ao conteúdo digital proposto para essa “Situação de Aprendizagem” utiliza-se um áudio denominado Ondas sonoras⁴. Esse OED se encontra no portal do professor²² e seu objetivo é o de trabalhar o processo de propagação do som e conceituar a ressonância. O áudio é dividido em dois blocos de tempos iguais. A primeira parte traz uma questão problema que é desenvolvido durante a trama. Na segunda parte, a personagem Carol Carolina faz uma comunicação com físicos ligados ao tema, com os quais tiram suas dúvidas. O objetivo desse segundo momento é a de esclarecer as questões levantadas na mídia e trazer um recorte histórico para as aulas de física. A mídia é veiculada antes de ser iniciada a leitura do texto, “Aprendendo a Aprender”, do caderno do aluno, a atividade referente a esse OED se encontra no **Apêndice VIII**.

A “Situação de Aprendizagem” 4 foi iniciada com a apresentação da tarefa proposta na aula anterior. Nesse caso, os estudantes trouxeram os instrumentos musicais genéricos elaborados por grupos de quatro alunos. O procedimento para confecção dos mesmos se encontra no caderno do aluno, no

²² O site portal do professor: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>. Acessado em 27/05/2014

ícone roteiro de experimentação. A apresentação da tarefa ocorreu em classe e para administrar o tempo de aula foram requisitados que fossem apresentados um modelo do violão genérico, xilofone de água, gaita genérica e miniatabaque. Os grupos comentaram como os instrumentos foram produzidos, as dificuldades encontradas na sua confecção e as possibilidades de variação do som entre graves e agudos. Após apresentação foi realizada a leitura e discussão do texto “Notas Musicais” e a seguir foram resolvidos os exercícios na lousa com a participação dos estudantes. No final de aula foi realizada a leitura e discussão do texto “timbre, a assinatura de um som”.

As atividades referentes ao OEDs foram inspiradas no guia do professor, particularmente no arquivo do áudio Ondas Sonoras²³. Segundo orientações do material, recomendou-se que a atividade fosse composta de dois momentos. O primeiro momento é uma preparação para o áudio, nesse caso os estudantes são divididos em duplas e recebem do professor, questões disponibilizadas no apêndice **VIII**, são elas: O que são ondas sonoras? Onde podemos encontrá-las ou reproduzi-las? Quando falamos em ressonância, a que vocês associam? O que é ressonância? Por que é que o som pode quebrar uma taça de vidro e até fazer o alarme de outro carro disparar?

No segundo momento a dupla receberá cinco questões, pós-apresentação, referentes à ressonância e propagação de ondas sonoras. Sendo as três primeiras retiradas do Guia do Professor proposto no site ACESSA Física e as duas últimas questões foram retiradas de vestibulares. A aplicação do conteúdo digital ocorreu em sala de aula com um notebook e caixas acústicas.

²³ Ondas Sonoras- Ressonância: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/16906> Acesso 09.12.2012

6.6 Discussão da Situação de Aprendizagem 5

Na quinta “Situação de Aprendizagem” cujo título é “**Uma entrevista do barulho**” o seu objetivo é o de compreender o funcionamento da audição humana e discutir sobre os problemas decorrentes da poluição sonora. De acordo com orientações do material didático, o estudante deve fazer algumas perguntas para especialistas sobre os danos da audição devido ao contato com sons intensos e ainda deve procurar órgãos públicos de fiscalização e organizações não governamentais para verificar os direitos e deveres do cidadão quanto ao nível de ruídos, fiscalização e legislação brasileira. Em seguida utiliza-se um texto, “O que conseguimos ouvir”, cuja finalidade é compreender como funciona a recepção e a tradução da informação realizada respectivamente pelo ouvido e cérebro.

A última atividade desse trabalho, situada no apêndice IX, teve o objetivo de verificar a aprendizagem do estudante em relação a todo o tema das ondas mecânicas. Para investigar o desenvolvimento do estudante utilizamos a técnica didática de confecção do mapa conceitual. A aula foi iniciada com a retomada das características de um mapa conceitual pelo professor. Em seguida, foram devolvidos os mapas conceituais confeccionados pelos estudantes na primeira “Situação de Aprendizagem”. Também foi entregue a última atividade com a proposta de rever os conceitos anteriores e refazer seu mapa conceitual. Foi orientado para que mantivessem as duplas do mapa anterior e em caso de impossibilidade de manutenção da dupla deveriam reunir-se com alunos novos ou colegas que não estavam presentes no dia da primeira “Situação de Aprendizagem”.

7. Análise dos resultados

Durante a aplicação do conteúdo digital na primeira “Situação de Aprendizagem” os alunos, em sua maioria, não questionaram o professor para responder as questões sobre o vídeo “O Mundo de Beakman, som, Beakmania e explosões”²⁴. Entretanto, ao analisar as respostas do pré-teste verificou-se que muitos alunos não sabiam que o som se propagava nos meios líquidos e sólidos. Após analisar o pós-teste verificou-se que os estudantes reviram seus conceitos e puderam perceber que o som também se propaga nesses outros meios.

Na segunda “Situação de Aprendizagem”, “Uma entrevista musical”, onde é solicitado no caderno do aluno que seja feito uma entrevista com um músico, podemos destacar que no 2º “A” muitos dos estudantes não realizaram a entrevista. Somente dois grupos, de quatro alunos, apresentaram a pesquisa. No caso, os instrumentos eram um violino e uma guitarra. As outras atividades realizadas em classe ocorreram normalmente, mas percebe-se que a classe não tem compromisso com atividades extraclasse mesmo sabendo que serão avaliados em todos os momentos. Já no 2º “B” poucos estudantes não fizeram a mesma pesquisa do 2º “A”, portanto dois grupos se habilitaram espontaneamente em apresentar as características de seus instrumentos, que neste caso eram um violão e um teclado. Na turma do 2º “C” todos os grupos trouxeram a pesquisa e quatro grupos desejavam apresentar a entrevista, mas o tempo previsto para exposição da tarefa era suficiente somente para dois grupos. Mas para não desmotivá-los foi permitida a apresentação de todos os quatro grupos e caso não concluíssem essa “Situação de Aprendizagem”, a classe se responsabilizaria em resolver o restante da atividade em casa.

Em relação aos conteúdos digitais aplicados na segunda “Situação de Aprendizagem” algumas dificuldades foram encontradas, porque os estudantes do 2º “A” e 2º “B” deveriam ter pesquisado em casa os significados de comprimento de onda, frequência e velocidade de propagação e, portanto houve o comprometimento

²⁴ O vídeo “O Mundo de Beakman, som, Beakmania e explosões” está disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=liU0HzBBOA8> Acessado 07.12.2012

da atividade. A justificativa das turmas para a não realização da atividade foi o esquecimento. Por conta disso, foi necessário expor os conceitos na lousa. Ao contrário do planejado, a atividade com o roteiro para o 2º “A” (**Apêndice II**) e 2º “B” (**Apêndice III**), não pode ser trabalhada, pois a estagiária do ACESSA Escola faltou no dia e o professor não tem permissão para ir ao laboratório sem o monitor responsável. Para não atrasar o cronograma os estudantes resolveram exercícios sobre velocidade de propagação de onda, em grupos. Na semana posterior, as atividades do 2º “A” (**Apêndice II**) foram conduzidas com a utilização do simulador, “Ondas Mecânicas”, na escola. Cada dupla recebeu o direcionamento impresso e durante a aplicação da atividade foi necessário discutir com os estudantes o significado da expressão “relação entre as grandezas”, pois os mesmos não sabiam o que esse termo significava. Já no 2º “B” os Conteúdos Digitais (**Apêndice III**) puderam ser trabalhados apenas a partir das oito horas, horário em que a estagiária inicia a sua função. Esta turma tem as duas primeiras aulas de física, portanto não foi possível iniciar o simulador de ondas mecânicas na primeira aula. Para resolver esse problema foi decidido dar sequência na “Situação de Aprendizagem” seguinte e no momento da segunda aula utilizar o espaço do ACESSA Escola. Essa turma foi selecionada aleatoriamente para realizar a atividade de grau III e pode-se perceber que os resultados foram mais expressivos que as outras duas turmas. As atividades de grau II (**Apêndice II**) tinham mais informações no roteiro e na verdade o que serviria para facilitar o desenvolvimento da atividade foi um complicador porque os estudantes não souberam interpretar e analisar todos os dados. No 2º “C” não tivemos problemas com infraestrutura, a maioria dos estudantes pesquisou a equação fundamental de onda, mas muitos não compreenderam seus significados. Portanto, foi necessária discussão sobre as grandezas: velocidade, comprimento de onda e frequência. Nas atividades utilizando o roteiro (**Apêndice II**), muitos estudantes perguntavam o que deveria fazer, e a todo o momento os orientava para seguir as instruções da atividade. Vale ressaltar que, na aplicação da atividade, uma estudante buscou o significado de comprimento de onda em outro site, tal ação, inesperada pelo professor, pode ter ocorrido devido à liberdade proporcionada na atividade. A partir deste momento todos os estudantes foram orientados a buscar os significados não compreendidos em outros sites de confiança e não somente

receber a resposta do professor. Durante a aplicação do conteúdo digital, verificou-se que muitos estudantes não compreenderam que a velocidade do som não varia no mesmo meio de propagação, por conta disso, selecionamos dois grupos para apresentarem seus resultados. A classe percebeu o erro na medição de comprimento de onda e os cálculos da velocidade de propagação de onda foram ajustados corretamente.

No tocante ao conteúdo digital, vale frisar que as atividades que acompanharam os Objetos Educacionais Digitais tiveram graus de liberdade diferenciados. As atividades foram elaboradas com mesmo objetivo, porém com níveis de liberdade II e III. Utilizamos no 2º “B” e “C” os níveis de liberdade de grau II, já no 2º “A” foram atividade de grau III. Ao analisar os dados percebemos que os estudantes que realizaram as atividades que necessitava de maior intervenção do professor (grau II) os estudantes tiveram menor desempenho. Tal fato justifica-se pela dificuldade de análise e interpretação das informações, porque as duplas não conseguiram compreender o objetivo de cada questão. Mesmo após orientação do professor os estudantes não refletiram sobre os dados encontrados. Já a atividade de grau III realizada pelos estudantes do 2º “A” o resultado foi satisfatório, acredita-se que isso ocorreu porque as orientações eram mais gerais, dessa forma, os estudantes tinham maior liberdade na busca por informações e resolução dos problemas.

Durante a aplicação do Conteúdo Digital proposto para a terceira “Situação de Aprendizagem”, onde propomos a apresentação do vídeo Ondas Sonoras as turmas do 2º “A” e 2º “B” não encontraram dificuldades na execução dos exercícios pré-veiculação e pós-veiculação. Os resultados obtidos após análise das respostas foram expressivos atingindo o objetivo da “Situação de Aprendizagem”, que neste caso era a distinção entre as características do som. No 2º “B” ocorreu um imprevisto, pois na veiculação do vídeo percebi que estava faltando um cabo do projetor e este foi encontrado minutos depois na secretaria junto com o notebook da escola, apesar do transtorno conseguimos apresentar o vídeo. Já no 2º “C” após a correção das atividades algumas duplas ainda confundiam o conceito de altura e intensidade sonora. Dessa forma, na semana seguinte, os conceitos foram

rediscutidos em sala. Em relação às atividades do caderno do aluno, no ícone “você aprendeu”, a grande maioria dos estudantes, de todas as classes, não encontraram dificuldades para resolver os exercícios teóricos sobre altura e intensidade sonora, mas muitos não conseguiam localizar o comprimento de onda no exercício de número 3, do caderno do aluno, tal habilidade é muito importante para a sua resolução que tem a finalidade de calcular a velocidade de propagação de onda. Foi necessário nesse momento uma retomada de aula que ocorreu de forma expositiva onde foi apresentada na lousa a localização do comprimento de onda e a amplitude em diversos gráficos de ondas. Após a orientação os estudantes conseguiram resolver todas as questões desta seção. Ainda na terceira “Situação de Aprendizagem”, o OED, wave-on-a-string²⁵ disponibilizado pelo PHET foi trabalhado no laboratório de informática. Para administrar o tempo de aula os estudantes receberam o pré-teste impresso para respondê-las em 15 minutos (**Apêndice V**), enquanto o sistema era liberado. Em seguida, receberam as atividades propostas para a manipulação do simulador. Os estudantes do 2º A e 2º B utilizaram as atividades de grau III (**Apêndice VI**), isto é, atividade de maior grau de liberdade. Em sua maioria, não compreenderam as questões iniciais referentes à variação da intensidade sonora, por isso, foi solicitado a três duplas que expusessem os dados coletados e comentassem como chegaram ao resultado. Essa dinâmica permitiu que as turmas que estavam com dificuldades percebessem os seus erros na medição de amplitude. Já no 2º C todos receberam as atividades de grau de liberdade II (**Apêndice V**). Sendo assim, os estudantes foram orientados a explorarem todas as opções do simulador sem minha intervenção. Algumas duplas tiveram dificuldades de compreender os conceitos de frequência, comprimento de onda e amplitude, sendo assim foram orientados a buscar seus significados na internet através de sites confiáveis.

Durante aplicação do conteúdo digital as classes do 2º “A” e “B” realizaram as atividades de grau de liberdade II e o 2º “C” realizou atividades de grau III. Durante a aplicação dos exercícios a turma do 2º “C” encontrou maior dificuldade de execução, porém os resultados obtidos foram mais expressivos.

²⁵ Phet: <http://phet.colorado.edu/>. Acesso 09.12.2012

Pode-se perceber que essa turma atingiu o resultado esperado e ainda possibilitou-se uma maior reflexão dos dados encontrados. Acredita-se que esse seja mais um indício de que atividades de maior grau de liberdade possa proporcionar maior aprendizagem.

Os conteúdos digitais das situações de aprendizagem dois e três onde se utilizou o grau de liberdade III obtiveram-se resultados mais significativos, tal desempenho se deve a autonomia proporcionada ao estudante para obtenção e análise dos dados. Além disso, os estudantes encontraram grandes dificuldades em identificar informações em exercícios mais detalhados, isto é, atividades como passo a passo. Tal fato indica incoerência para o professor, pois as informações que serviriam para facilitar a execução do exercício, na verdade não trouxeram os benefícios desejados.

A aplicação da “Situação de Aprendizagem” 4, do caderno do aluno, refere-se a confecção dos instrumentos musicais genéricos. Vale observar que os grupos do 2º “A” e 2º “C” fizeram a tarefa e como destaque, um grupo do 2º “C”, apresentou um berimbau que não estava nas orientações do caderno do aluno. Já no 2º “B” três grupos não apresentaram seus instrumentos musicais, pois alegaram ter esquecido a atividade, mas trouxeram na semana seguinte. No que diz respeito à aplicação dos Conteúdos Digitais todas as turmas demonstraram grande interesse no áudio Ondas Sonoras²⁶. Ao analisar as atividades desse conteúdo digital, percebeu-se o envolvimento dos estudantes na resolução das questões (**Apêndice VIII**) envolvendo o fenômeno de ressonância, tal fato se deve porque este OED traz uma linguagem fácil e também apresenta situações comuns ao cotidiano do aluno.

Na quinta “Situação de Aprendizagem”, no que diz respeito à aplicação das atividades do caderno do aluno, os estudantes questionaram sobre a dificuldade de conseguir uma entrevista com uma otorrinolaringologista porque na cidade não existem profissionais da área e nem órgãos especializados que poderiam oferecer as informações referentes aos direitos e deveres do cidadão quanto ao nível de

²⁶ Ondas Sonoras- Ressonância: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/16906> Acesso 09.12.2012

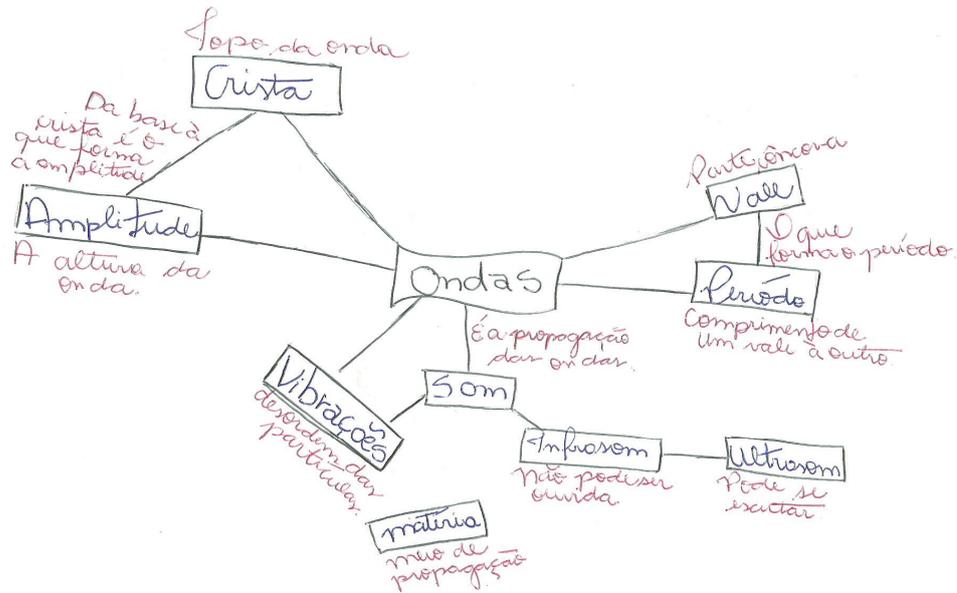
intensidade sonora emitidos nos meios urbanos. Sendo assim, os estudantes foram orientados a realizarem uma pesquisa na internet sobre os itens do caderno do aluno. Nas três turmas, apenas oito grupos de dois estudantes trouxeram as pesquisas, muitos disseram que não conseguiram encontrar as respostas para as perguntas do caderno do aluno e outros disseram que se esqueceram da tarefa. Para socializar o resultado da pesquisa e administrar o tempo de aula foram requisitados, de forma espontânea, que apenas uma dupla apresentasse a tarefa. Em seguida, foi realizada a leitura do texto, que se encontra no caderno do aluno, sobre os níveis de intensidade sonoros emitidos por aviões, shows, pessoas conversando. A seguir foi feito na lousa pelo professor, com a participação dos estudantes a resolução de um exercício, do caderno do aluno, sobre as faixas audíveis do homem e a intensidade sonora de diversas situações cotidianas em decibéis.

Por fim, foi solicitado aos estudantes novamente a realização de mapas conceituais. Para isso, foram orientados a utilizarem os recursos disponíveis em sala de aula, mas que evitassem copiar as ideias dos grupos vizinhos. Na sua elaboração foram realizadas algumas intervenções referentes às características de um mapa, mas não em relação aos conceitos de ondas. No 2º “B” duas duplas encontraram dificuldades na confecção do mapa conceitual, pois não haviam participado da primeira “Situação de Aprendizagem”. Neste caso, utilizei um mapa conceitual de outra sala para demonstrar as características necessárias para sua elaboração. No 2º “C” os mapas conceituais foram confeccionados sem grandes problemas e as intervenções ocorridas foram pontuais, isto é, alguns estudantes estavam se esquecendo das características básicas de uma onda.

A análise dos mapas conceituais elaborados no início e no fim da aplicação dos conteúdos digitais, bem como as discussões realizadas durante o processo de aprendizagem sugerem indicadores de aprendizagem significativa dos conceitos de física por parte dos estudantes. Através dos mapas conceituais foi possível investigar se os objetivos específicos das situações de aprendizagem foram atingidos e após observação destes instrumentos, para uma melhor visualização dos resultados dividimos os estudantes em três grupos distintos.

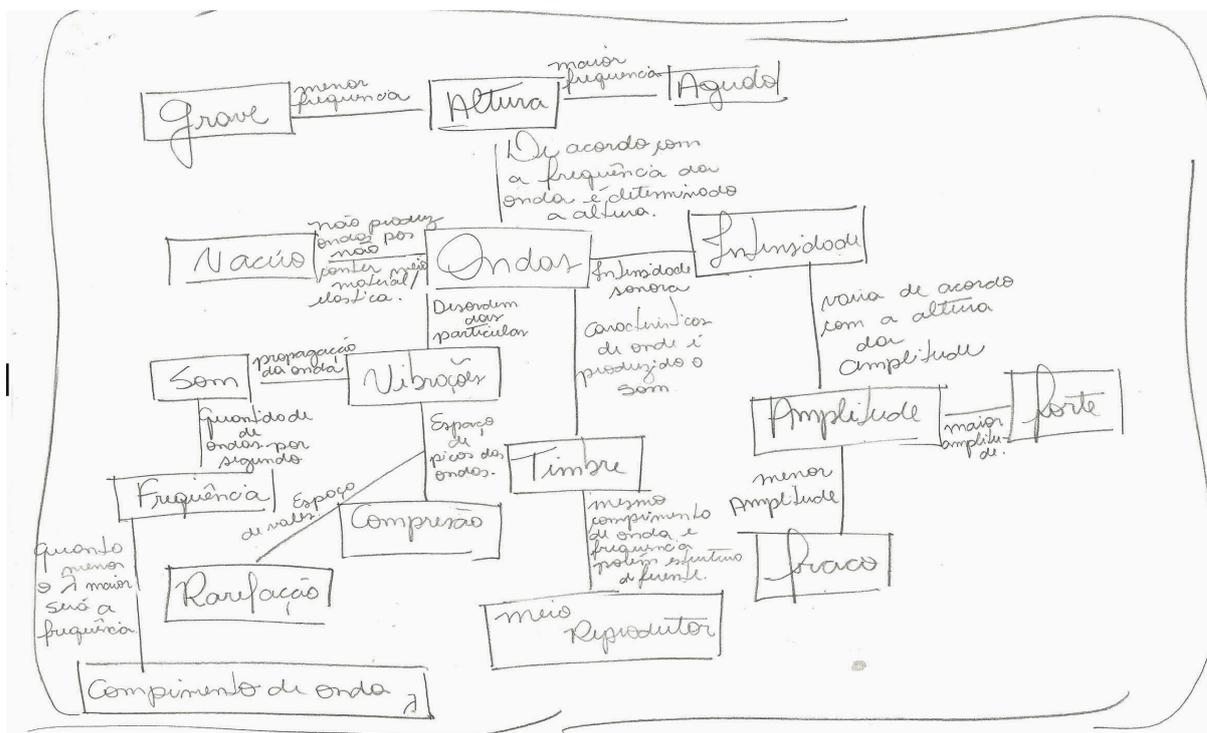
O grupo I é composto pelos estudantes que atingiram satisfatoriamente os objetivos específicos das situações de aprendizagem. Neste caso, seria a identificação do som como uma perturbação no meio elástico, a apresentação das grandezas comprimento de onda, frequência, amplitude, as características do som como altura, intensidade sonora e timbre. No grupo II temos os estudantes que identificaram a maioria dos conceitos trabalhados em sala, mas não exploraram todas as relações entre as grandezas apresentadas no mapa. E no grupo III os alunos que apresentaram parcialmente ou integralmente os conceitos trabalhados em aula, mas não conseguiram defini-los ou relacioná-los adequadamente. Em relação ao desempenho das três salas verificou-se que 24% dos estudantes se encontram no grupo I, 62% estão no grupo II e apenas 14% tiveram dificuldades de compreender os conceitos trabalhados e, portanto se encontram no grupo III. Para ilustrar nossas observações, apresentaremos um exemplo de mapa conceitual confeccionado antes da aplicação e após aplicação dos conteúdos digitais de cada grupo (Figuras 06 e 07 para o grupo I, figuras 08 e 09 para o grupo II e figuras 10 e 11 para o grupo III). Vale ressaltar que os estudantes tiveram o primeiro contato com a técnica de mapa conceitual. Entretanto, o escopo desse trabalho de mestrado não é a aplicação precisa da técnica do mapa conceitual e sim a análise dos conceitos básicos de ondulatória.

Figura 06- Exemplo de Mapa Conceitual do Grupo I (Pré-conteúdo digital)



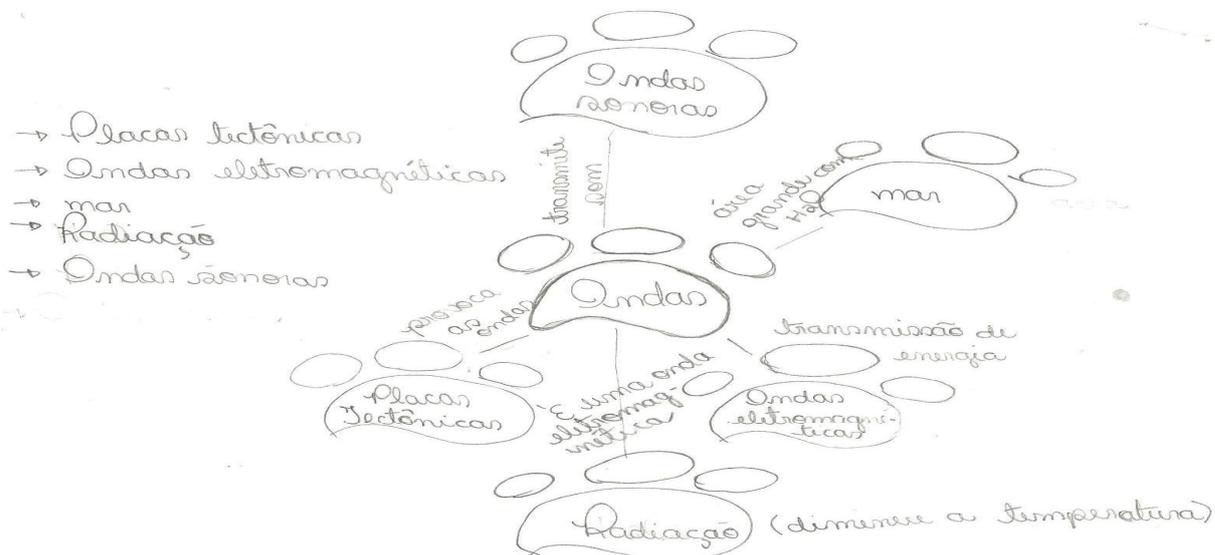
Verificamos na figura 06 que no grupo I possui conhecimento básico sobre ondas, mas ainda existem equívocos conceituais e as suas relações ainda não se encontram bem fundamentadas.

Figura 07- Exemplo de Mapa Conceitual do Grupo I (Pós Conteúdos digitais)-



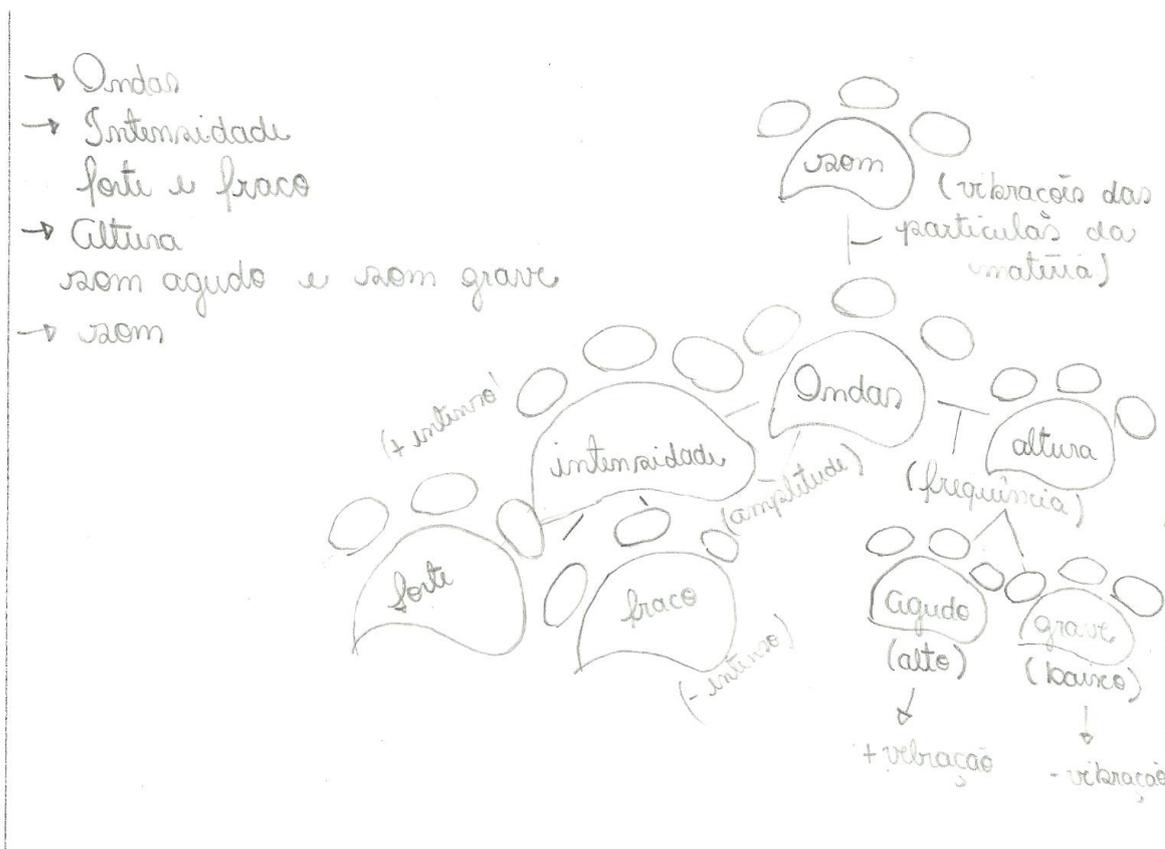
Na figura 07 constata-se um grande avanço com relação aos conceitos de ondas e nas relações entre as grandezas físicas. Percebe-se a definição de amplitude, frequência e comprimento de onda e as suas relações entre intensidade sonora, altura e timbre. Verificamos no grupo I que os objetivos das situações de aprendizagem do caderno do aluno foram plenamente contemplados e explorados.

Figura 08- Exemplo de Mapa Conceitual do Grupo II (Pré-conteúdo digital)



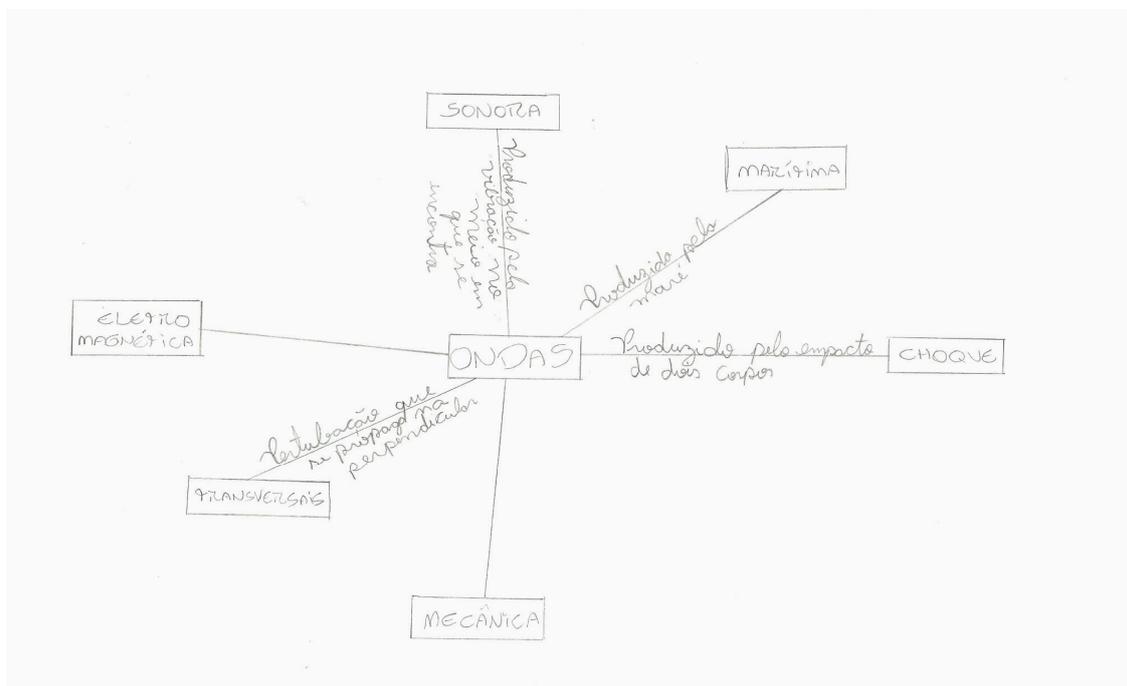
Na representação do mapa conceitual do grupo II, ilustrado na Figura 08 é possível notar que os estudantes associam ondas geografia física e conhecimentos de conceitos definidos pelo senso comum. Constatamos que não possuem conhecimento básico sobre os conceitos de ondas na física.

Figura 09- Exemplo de Mapa Conceitual do Grupo II (Pós-conteúdo digital)



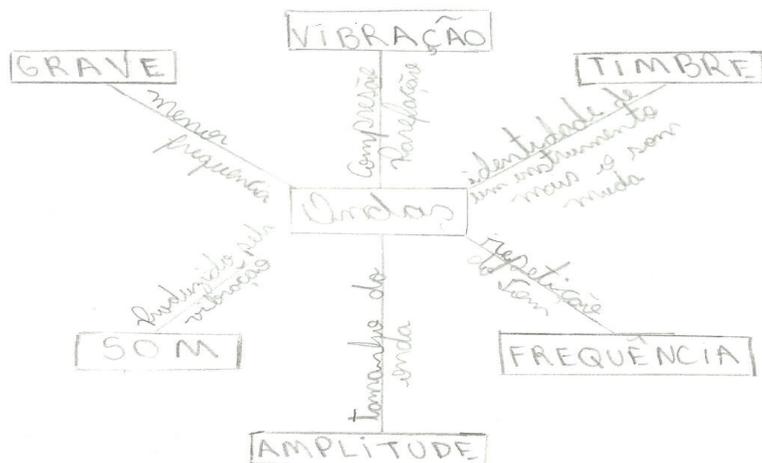
O grupo II apresentou avanços com relação a aprendizagem de conceitos básicos de ondas na física comparado com o primeiro mapa conceitual, porém os estudantes não identificaram algumas grandezas físicas ou características do som, como por exemplo, o timbre. Além disso, empregaram os conceitos de frequência e altura, mas não há uma definição dos termos, portanto este grupo atendeu os objetivos das situações de aprendizagem, mas não exploram todas as relações possíveis.

Figura 10- Exemplo de Mapa Conceitual do Grupo III (Pré-conteúdo digital)



No mapa conceitual do grupo III apresentado acima observamos uma semelhança com o grupo II, pois são apresentados alguns conceitos de senso comum e outros sem definição adequada.

Figura 11- Exemplo de Mapa Conceitual do Grupo III (Pós-conteúdo digital).



Observando a figura 11 percebe-se que o grupo III apresenta algumas grandezas físicas e características do som, mas não há relações adequadas ou definições corretas dos conceitos apresentados nos trabalhos de sala de aula. Percebe-se evolução dos conceitos se relacionarmos os dois mapas (pré e pós-aplicação), mas os objetivos específicos das situações de aprendizagem não foram plenamente atingidos.

Analisando os mapas de todos os grupos pode-se afirmar que ocorreram evoluções consideráveis dos conceitos de ondulatória, mesmo o grupo que não atingiu os objetivos estabelecidos verificamos grande progresso comparado aos conhecimentos prévios existentes.

As atividades do caderno do aluno foram aplicadas na íntegra em anos anteriores e comparando-os aos resultados atuais percebe-se que as utilizações dos conteúdos digitais foram uma importante estratégia para estimular a execução das atividades, pois os estudantes se encontravam em uma situação diferenciada em relação ao seu cotidiano escolar. Acredita-se que o aumento de atividade diferenciada pode proporcionar uma aprendizagem mais significativa dos conceitos de Física.

8. Conclusão

O objetivo deste trabalho foi elaborar conteúdos digitais para o tema Ondas, que pudessem ser inseridos nos cadernos do professor do Estado de São Paulo. Como as tecnologias fazem parte do cotidiano dos estudantes, é justificável que sejam utilizadas como ferramentas pedagógicas no processo de ensino-aprendizagem. Entendemos conteúdos digitais como Objetos Educacionais Digitais, tais como vídeos, simulações e áudios, acompanhados de atividades orientadoras. As atividades que acompanharam os objetos foram elaboradas a partir dos pressupostos da metodologia investigativa, propiciando uma participação ativa dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem.

As atividades tomaram como base as situações de aprendizagem que se encontram no terceiro caderno do 2º ano do ensino médio, material didático oferecido para a rede estadual de ensino do estado de São Paulo. No desenvolvimento das atividades foram aplicados conteúdos digitais com diferentes graus de liberdade, com grau variável de intervenção do professor. As atividades de grau II necessitaram maior intervenção do professor, pois tinham mais informações para o desenvolvimento da atividade. Contrário à expectativa do pesquisador, a aplicação dos conteúdos digitais de grau II foi complicada, pois os estudantes não souberam interpretar e analisar os dados por conta do excesso de informação.

Outro fato que confirma as dificuldades encontradas foi que estes estudantes tiveram menor desempenho que as classes que realizaram os conteúdos de grau III, isto é, atividades com orientações mais gerais que proporcionavam maior autonomia na busca por informações e resolução dos problemas. Acredito que tal fato justifica-se pela dificuldade de análise e interpretação das informações, porque as duplas não conseguiram compreender o objetivo de cada questão. Mesmo após orientação do professor, os estudantes não refletiram de forma crítica sobre os dados encontrados.

Além disso, a metodologia investigativa possibilitou discussão e análise entre as duplas e proporcionou a socialização das ideias entre os grupos vizinhos. Outra vantagem foi a necessidade da busca por informação para formulação de

hipóteses. Ao perceberem que ainda não dominavam os conceitos básicos de uma onda (frequência, período, comprimento de onda), os estudantes se sentiram motivados em pesquisar na internet tais significados. Desta forma, podemos certificar que os estudantes obtiveram resultados expressivos quando comparados às aulas expositivas. Tal fato justifica-se devido à participação efetiva do estudante no processo de ensino e aprendizagem, diferentemente do que ocorre em uma aula tradicional onde o professor utiliza grande parte do tempo de aula para “transmitir o conhecimento”.

Acreditamos que a abordagem utilizada nos conteúdos digitais juntamente com o caderno do aluno pode propiciar uma aprendizagem efetiva dos estudantes, como evidenciado pelos resultados comparativos dos mapas conceituais e após aplicação didático metodológica realizada neste trabalho. Vale ressaltar que o uso das tecnologias desperta o interesse e melhora a compreensão dos conceitos físicos. Os recursos tecnológicos estão efetivamente presentes em seu dia a dia e os estudantes sentiram-se plenamente confortáveis com estas mídias. Os Objetos Educacionais Digitais, quando inseridos nos conteúdos digitais, favoreceram a discussão entre os pares, tornando a atividade mais dinâmica.

Para a utilização dos recursos tecnológicos temos inúmeras dificuldades, como espaço físico inadequado, grande número de estudantes por sala, difícil acesso às mídias, o que ocasiona perda de tempo de aula, problemas de acesso à internet e indisponibilidade de carga horária do professor para elaboração dos conteúdos digitais. Apesar de tudo, percebemos grande interesse dos estudantes e acreditamos que vale a pena investir nesse caminho, pelo prazer de vê-los tão empenhados nas atividades.

Em conclusão, os conteúdos digitais selecionados para compor as orientações aos professores foram os de grau III. Vale ressaltar que em momento algum o presente trabalho estará fechado e nada impede que os conteúdos digitais possam ser alterados, parcialmente ou integralmente. Esperamos que este produto sirva de incentivo para outros professores que dele venham utilizar-se. Como já foi dito anteriormente, as atividades são uma referência, cabendo ao professor fazer às adequações necessárias à realidade da sua turma.

REFERÊNCIA

ALMEIDA, Voltaire O. . **Mapas conceituais no auxílio a aprendizagem significativa de conceitos da óptica física**. Revista brasileira de ensino de física. Brasil, 01 jun. 2006.

ANJOS, Antonio Jorge Sena Dos. AS NOVAS TECNOLOGIAS E O USO DOS RECURSOS TELEMÁTICOS NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA: A SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL NA EDUCAÇÃO EM FÍSICA. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, v. 3, n. 25, p.569-600, jul. 2008. Semestral.

ARANTES, R. A.; MIRANDA, S. M.; STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. **Física na Escola**, 11, n. 1, 27-31, 2010.

BAITELLO, Norval. **A cultura do ouvir**. Portal de comunicação. São Paulo, 01 jun. 1997.

CARVALHO, A. M. P. **Las practicas experimentales en el proceso de enculturación científica** . In: GATICA, M Q; ADÚRIZ-BRAVO, A (Ed). *Enseñar ciencias en el Nuevo milenio: retos e propuestas*. Santiago: Universidade católica de Chile, 2006.

FARINHA, Roberto Pereira. **Abordagens de Conteúdos de Cosmologia no Ensino Médio e a Proposta do Currículo das Escolas Públicas da Rede Estadual de Educação do Estado de São Paulo**. 2010. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2010.

FINI, MARIA I. (Coordenadora), **Proposta curricular do estado de São Paulo: Física**, Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, 2008.

FUJII, Noemi Pinheiro do Nascimento. **Uma proposta de objetos reutilizáveis de aprendizagem adaptativos para ensino de estatística**. 2006. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2006.

LABURÚ, Carlos Eduardo; ARRUDA, Sérgio de Mello; NARDI, Roberto. **PLURALISMO METODOLÓGICO NO ENSINO DE CIÊNCIAS**. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/07.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2013.

MACÊDO, Josué Antunes de; DICKMAN, Adriana Gomes; ANDRADE, Isabela Silva Faleiro de. **SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS COMO FERRAMENTAS PARA O ENSINO DE CONCEITOS BÁSICOS DE ELETRICIDADE**. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 29, n. 1, p.562-613, set. 2012. Quadrimestral.

MEDEIROS, A. e Medeiros, C. F. **Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física**. *Rev. Bras. Ensino Fís.* vol.24 nº2. São Paulo Junho 2002.

MIRANDA, Márcio Santos. **UM SOFTWARE PARA EXPERIMENTOS SOBRE BATIMENTO DE ONDAS SONORAS**. 2013. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Física, Departamento de Física, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013. Disponível em: <http://www.btdt.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=7031>. Acesso em: 20 jan. 2014.

MOREIRA, Marco Antonio. **As teorias da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: UnB. (2006).

MOREIRA, Marco Antonio. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. São Paulo: Editora Centauro, 2010. 80 p.

MOREIRA, Marco Antonio. **Subsídios Metodológicos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: Editora Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009. 73 p. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios10.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2014.

MORAN, José Manuel. O vídeo na sala de aula. **Comunicação e Educação**,

São Paulo, n.10 , p.27-35, abr. 1995. Quadrimestral.

MORAN, José Manuel; MACEDO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Ensino e Aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas**. In: MORAN, José Manuel. Novas Tecnologias e mediação pedagógica: Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologia audiovisuais e telemáticas. 5ª São Paulo: Papyrus, 2002. Cap. 1, p. 11-66.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro e. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 09, n. 01, p.1-23, 2007. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewFile/122/172>>. Acesso em: 30 dez. 2012.

NMC. **Perspectivas tecnológicas para o ensino fundamental e Médio Brasileiro de 2012 a 2017 : Uma análise regional por NMC Horizon Project** . Austin, Texas: The New Media Consortium Estados Unidos, 2012. 41 p.

NEVES, Alexandre Aparecido. **Uma proposta de uso de objetos de aprendizagem no ensino de mecânica aplicada: um estudo de caso**. 2011. Monografia (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Cruzeiro do Sul. São Paulo.

NUNES, Eliana. **Ensino de conceitos no ensino médio e as contribuições dos objetos de aprendizagem**. 2011. 322 p. Tese- Universidade de São Paulo (USP). São Paulo.

PASSARELLI, B; JUNQUEIRA, A. H. **Gerações Interativas Brasil- Crianças e Adolescente diante das Telas**. São Paulo: Escola do Futuro/USP, 2012. 312 p.

PICONEZ, S. C. B. ; Nakashima, Rosária Helena Ruiz ; Souza, Régis Luiz Lima de . **Consumo das tecnologias pelos estudantes do Ensino Fundamental: potencialidade das técnicas qualitativas de pesquisa**. Olhar de Professor (UEPG. Impresso), v. 13, p. 279-295, 2010.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA (PUC). **Justificativa pedagógica da produção de áudios**. São Paulo, 2005.

RODRIGUES, Bruno A.; BORGES, Tarciso A. **O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO: RECONSTRUÇÃO HISTÓRICA.** In: XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE, 11, 2008, Curitiba. **Congresso.** Curitiba: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2008. p. 1 - 12.

SAUM, Robert R.. An Abridged History of Learning Objects. In: NORTHROP, Pamela Taylor. **Learning Objects for Instruction: Design and Evaluation.** Hershey: Information Science Publishing, 2007. p. 1-15.

TAVARES, Sandra Cristina Samico de Pinho. **Desenvolvimento de um Learning Object para o ensino/aprendizagem da língua Inglesa: regra de formação do Present Simple.** 2006. 184 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Minho, Braga, 2006.

VALENTE, J. A. **Diferentes usos do computador na educação.** Campinas: Unicamp:1995.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: ASPECTOS HISTÓRICOS E DIFERENTES ABORDAGENS. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 03, n. 13, p.67-80, dez. 2011. Quadrimestral.

WILEY, D. A. Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and a taxonomy, In D. A. Wiley (Ed.), *The instructional use of learning objects* (2000). Disponível em: <<http://reusability.org/read/>>. Tradução em português está disponível em <http://penta3.ufrgs.br/objetosaprendizagem/>. Acessado em 04/01/2011.

APÊNDICE I

Situação de Aprendizagem 1- Isso é barulho ou música?

1º Momento (Preparação para o vídeo):

Autor: O Mundo de Beakman - O Som, Beakmania e Explosões (Parte 1).

Conteúdo e temas: Características fisiológicas do som e fontes de produção de sons.

Objetivo/ Contexto: Compreender como ocorre à produção de uma onda sonora.



Responda as questões abaixo:

1. Como é produzido o som?

Resposta:

2. O som se propaga no ar? Como?

Resposta:

3. O som se propaga nos meios sólidos e líquidos?

Resposta

2º Momento (Pós- veiculação do vídeo):



Reveja as questões do 1º momento e responda novamente.

APÊNDICE II

Situação de Aprendizagem 2- Uma entrevista musical.

1º Momento (Pré-Teste):

Simulador: **Ondas Mecânicas**

Objetivo: **Caracterizar uma onda (comprimento de onda, frequência, amplitude e velocidade).**



Discuta com seus colegas e responda as questões abaixo:

1. O som se propaga no vácuo? Justifique
2. Qual a relação entre comprimento de onda e frequência?
3. Qual a relação entre a velocidade de propagação do som e a frequência?

2º Momento (Utilizando o simulador):

1º Passo: Abrir o simulador- Ondas Mecânicas.

2º Passo: Seguir as orientações do ícone



3º Passo: Clicar no ícone  e realizar a tarefa do simulador.

Exercícios

- 1) Escolha três frequências diferentes em cada meio e determine o comprimento de onda:
 - a) Meio: Ar
 - b) Meio: Água Doce
 - c) Meio: Água Salgada
 - d) Meio: Hélio
 - e) Meio: Mercúrio
 - f) Meio: Vácuo

- 2) No simulador **altere** a intensidade da amplitude, **refaça** o exercício anterior e **compare** os resultados obtidos.
 - a) Meio: Ar
 - b) Meio: Água Doce
 - c) Meio: Água Salgada
 - d) Meio: Hélio
 - e) Meio: Mercúrio
 - f) Meio: Vácuo

- 3) Calcule a velocidade de propagação do som na água doce para duas frequências quaisquer.
- 4) Comente sobre os resultados encontrados no exercício 1 do item f e justifique.
- 5) No simulador altere a intensidade da amplitude e observe o gráfico de representação da pressão no tubo.
- a) O que variou no gráfico após alterarmos a amplitude da onda?
- b) Ocorreu alteração no comprimento de onda? E na velocidade de propagação?
- c) Se não ocorreram alterações nas grandezas do item anterior elabore uma hipótese sobre o que ocorreu com o som emitido.



Reveja as questões do 1º momento e responda novamente.

1. O som se propaga no vácuo? Justifique
2. Qual a relação entre comprimento de onda e frequência?
3. Qual a relação entre a velocidade de propagação do som e a frequência?

APÊNDICE III

Situação de Aprendizagem 2- Uma entrevista musical.

1º Momento (Utilizando o simulador):

Simulador: **Ondas Mecânicas**

Objetivo: **Caracterizar uma onda (comprimento de onda, frequência, amplitude e velocidade).**



Utilize o simulador, discuta com seus colegas e responda as questões abaixo:

1. O som se propaga no vácuo? Justifique
2. Qual a relação entre comprimento de onda e frequência?
3. Qual a relação entre a velocidade de propagação do som e a frequência?

APÊNDICE IV

Situação de Aprendizagem 3- Uma aula do barulho.

1º Momento (Preparação para o vídeo):

Autor: Projeto ACESSA Física

Tema: Ondas Sonoras (Vídeo)

Duração: 11 min e 45 s

Objetivos:

- Compreender algumas propriedades das ondas sonoras: timbre, frequência e altura;
- Investigar a construção de instrumentos sonoros com materiais de fácil acesso;
- Compreender o fenômeno da ressonância.



Discussão em sala

1. Como é produzido o som na nossa voz?
2. Por que a voz de um garoto é mais “grossa” do que a voz de uma menina?
3. Por que o espaço sideral é silencioso?

2º Momento (Pós- veiculação do áudio):



Discuta com o seu grupo algumas questões relacionadas ao fenômeno de ressonância.

1. Como funcionam os sonares dos navios e submarinos?

Resposta:

2. Por que estão proibidos os voos supersônicos no espaço aéreo brasileiro?

Resposta:

3. Como é produzido o som na nossa voz?

Resposta:

4. Por que a voz de um garoto é mais “grossa” do que a voz de uma menina?

Resposta:

5. Por que o espaço sideral é silencioso?

Resposta:

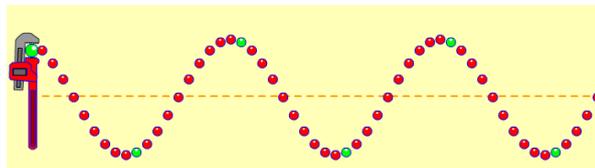
APÊNDICE V

Situação de Aprendizagem 3- Uma aula do barulho.

Simulador: Onda em uma corda

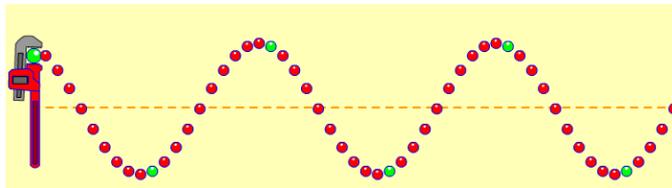
Pré Teste

1. Uma onda é criada nesta sequência, movendo a chave de cima e para baixo.



- A. Responda o que mudaria se a onda apresentasse uma frequência maior?

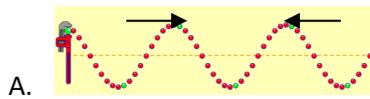
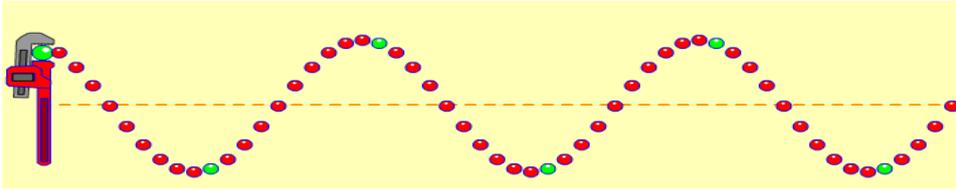
Resp.:



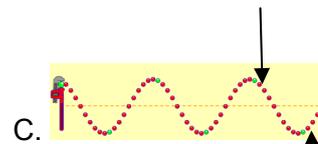
- B. Responda o que mudaria se a onda tivesse uma amplitude maior?

Resp.:

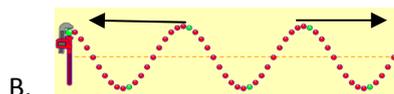
3. Como o aumento da frequência dessa onda vai afetar o comprimento de onda?



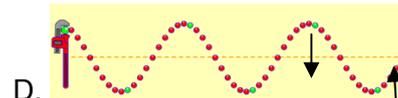
Comprimento de onda diminui



Comprimento de onda ficará mais alto



Comprimento de onda aumentará



comprimento de onda ficará mais curto

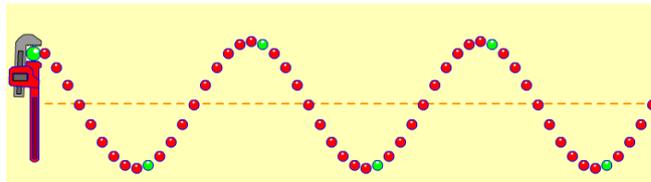
APÊNDICE VI

Situação de Aprendizagem 3- Uma aula do barulho.

Simulador: Onda em uma corda

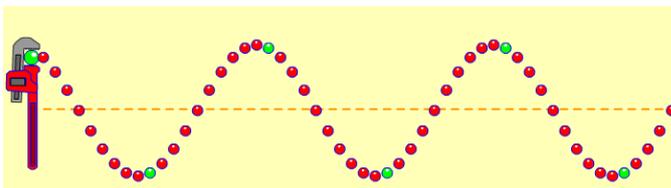
Laboratório

Uma onda é criada nesta sequência, movendo a chave de cima e para baixo.



1. O que mudaria se a onda tivesse uma maior frequência?

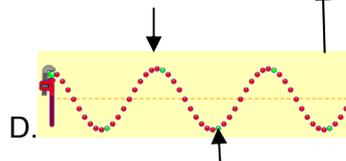
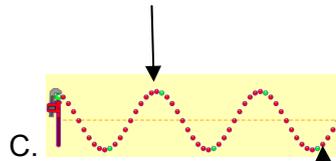
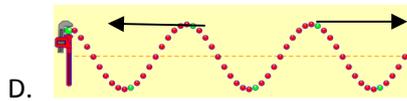
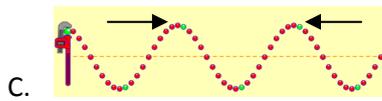
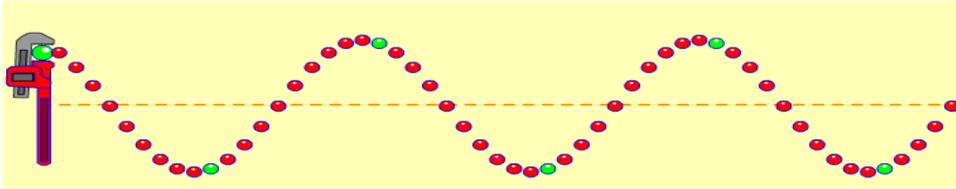
Resposta:



2. O que mudaria se a onda tivesse uma amplitude maior?

Resposta:

3. Qual imagem mostra como o aumento da frequência da onda vai afetar o comprimento de onda?



4. Alguns de seus amigos estão confundindo frequência e amplitude. Como você descreveria esses termos em suas próprias palavras ou imagens para ajudar seus amigos a entender cada um?

Resposta:

APÊNDICE VII

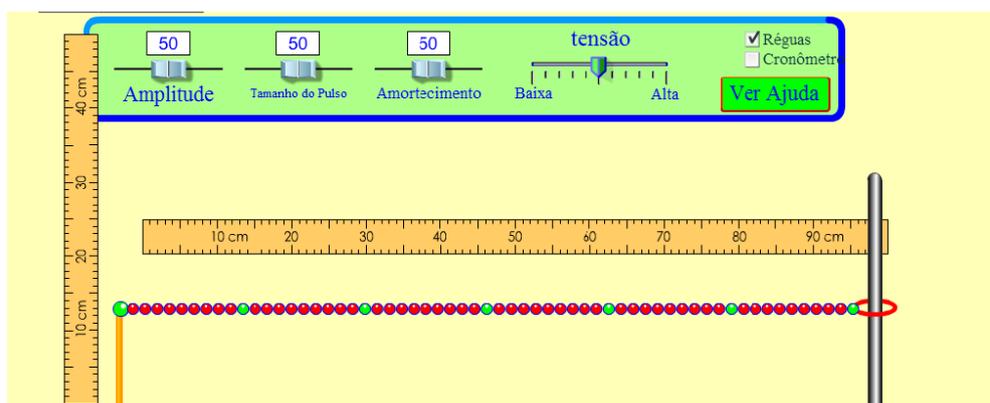
Situação de Aprendizagem 3- Uma aula do barulho.

Objetivo:

Discutir se as propriedades de amplitude e frequência afetam comprimento de onda.

1. Para esta atividade a coleta de dados servirá para explorar três propriedades de uma onda.  Explore a simulação com o seu parceiro.
2. Para o primeiro conjunto de investigações, vamos olhar para a amplitude da onda.

A sua tela deve ser definido assim:



Olhar sobre a tabela de dados abaixo e discuta como obter os dados que você precisa. Em seguida utilize o simulador

Ajuste da amplitude	Altura de onda no início	Distância do anel
100		
50		
5		

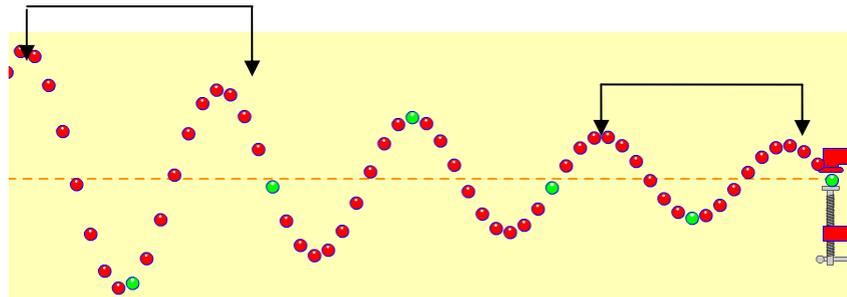
Discutir o que aconteceu com a energia no final da onda quando se mudou a amplitude.

Resposta:

3. Para esta parte seguinte, vamos investigar comprimento de onda

Comprimento de onda = _____ cm

Comprimento de onda = _____



5.  Fale sobre o comprimento de onda das duas ondas que você mediu. Discuta com seu colega se eles foram semelhantes ou se foram diferentes.

6.  Para o terceiro conjunto de investigações, vamos olhar para frequência. Observe a tabela de dados e discuta como você irá coletar os dados que você precisa. Preencha a tabela, trabalhando juntos contando as ondas e com o cronômetro.

Frequência (Hz)	Intervalo de tempo	Número de ondas			Número médio de ondas contados em 10 segundos	Número de ondas em 1 segundo (frequência)
		Tentativa1	Tentativ a 2	Tentativ a 3		
50	10 s					
10	10 s					
100	10 s					

* Para encontrar frequência, dividir o número médio de ondas contadas pelo intervalo de tempo.

8.  Decida sobre uma forma que seu grupo pode explicar a frequência da onda para a classe.



Descreva a ideia do grupo.

APÊNDICE VIII

Situação de Aprendizagem 4- Fazendo um som.

1º Momento (Preparação para o áudio):

Autor: Projeto ACESSA Física

Tema: Ondas Sonoras

Duração: 2 blocos de 5 minutos

Objetivos:

- Entender o processo de propagação das ondas mecânicas, no caso, o som.
- Conceituar ressonância e como é possível sua ocorrência.
- Perceber as propriedades do som: altura e intensidade.



Discussão em sala

1. O que são ondas sonoras?
2. Onde podemos encontrá-las? Ou reproduzi-las?
3. Quando falamos em ressonância, a que vocês associam? O que é ressonância?
4. Por que é que o som pode quebrar uma taça de vidro e até fazer o alarme de outro carro disparar?

2º Momento (Pós- veiculação do áudio):



Discuta com o seu grupo algumas questões relacionadas ao fenômeno de ressonância.

1. Se o som de um carro aciona o alarme de outro carro, pode o som quebrar uma taça ou um jarro?

Resposta:

2. É possível quebrar outros materiais além de uma taça de cristal a partir do fenômeno da ressonância?

Resposta:

3. “Um caça da Força Aérea Brasileira que fazia um voo rasante durante a cerimônia da troca da bandeira na Praça dos Três Poderes, em Brasília, destruiu na manhã deste domingo (01/07/2012) a fachada de vidro do Supremo Tribunal Federal (STF). O prédio foi isolado. Ninguém ficou ferido. No Senado, havia informações de que um dos prédios também havia sido danificado, mas a assessoria de imprensa afirmou que não houve danos. Uma equipe do Senado realizou uma vistoria no local.”

Fonte: http://www.ecofinancas.com/noticias/caca-fab-voo-rasante-destroi_fachada-vidro-stf. Acessado: 04.12.2012

O fenômeno apresentado do texto acima pode ser considerado uma ressonância? Justifique.

Resposta:

4. Em dias de clássicos futebolísticos que promovem grandes concentrações de populares, teme-se pela segurança do **Estádio do Morumbi**, em São Paulo, sobretudo nos momentos de gol. A alegria e o entusiasmo dos torcedores, geralmente manifestadas por meio de pulos e batidas no chão, fazem com que a estrutura do estádio vibre. Se essa vibração for mantida por muito tempo, pode levar partes da construção ou mesmo toda ela a desabar, ocasionando uma catástrofe. Determine o fenômeno ondulatório que explica esse fato e justifique.

Resposta:

5. Por que a taça de cristal quebra mais facilmente com o fenômeno da ressonância do que um copo de vidro?

Resposta:

APÊNDICE IX

Atividade Final

Após realização das situações de aprendizagem que se encontram no caderno do aluno e as Conteúdos Digitais para o ensino de ondulatória realize um mapa conceitual referente ao tema ondulatória.

MAPA CONCEITUAL (ONDULATÓRIA)

APÊNDICE X- Orientações ao professor

CONTEÚDOS DIGITAIS PARA O TEMA ONDULATÓRIA NA PROPOSTA CURRICULAR DO ESTADO DE SÃO PAULO.

Professor: Arthur Alexandre Magalhães

São Carlos

2014

1. Introdução

Este trabalho propõe o uso de conteúdos digitais no ensino do tema Ondas, como complementação ao caderno do professor do 3º bimestre do 2º ano do Ensino Médio da rede estadual do Estado de São Paulo. Como as tecnologias fazem parte do cotidiano dos estudantes, é justificável que sejam utilizadas como ferramentas pedagógicas no processo de ensino-aprendizagem. Entendemos conteúdos digitais como Objetos Educacionais Digitais, tais como vídeos, simulações e áudios, acompanhados de atividades orientadoras. As atividades que acompanharam os objetos foram elaboradas a partir dos pressupostos da metodologia investigativa, propiciando uma participação ativa dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem.

Vale ressaltar que os conteúdos digitais apresentados também podem ser aplicados de forma independente, isto é, não é necessário ter acesso ao caderno do aluno para seguir esta sequência didática.

Nestas orientações, o professor encontrará todas as estratégias para aplicar os conteúdos digitais. As atividades elaboradas são resultados de um ano e meio de pesquisa e fica a critério do docente a aplicação parcial ou integral.

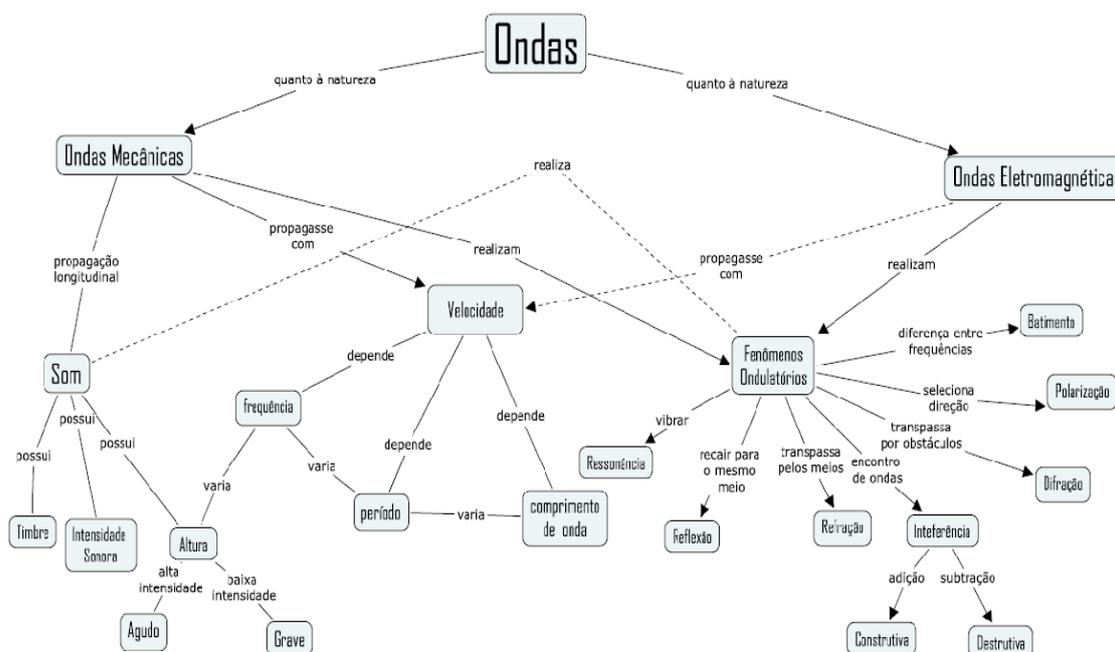
Desejo um bom trabalho a todos!

2. Conteúdos Digitais

As atividades que acompanham os Objetos Educacionais Digitais foram elaboradas segundo os princípios da metodologia investigativa. E existe um consenso quanto às etapas a serem executadas na metodologia, isto é, toda atividade deve conter: uma questão problematizadora; elaboração de hipóteses; um plano de ação para levantamento de dados; interpretação e socialização das informações. Além das características básicas da metodologia, Carvalho (2006) cita que as atividades devem ser compatíveis com o nível de envolvimento do público alvo.

Tanto para o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos como para avaliação de uma aprendizagem significativa recomendamos a utilização da técnica didática de mapas conceituais. Eles devem ser aplicados no começo (diagnósticos dos conhecimentos prévios) e no fim do trabalho. Como ilustração apresentamos abaixo um mapa conceitual exemplo.

Figura 01- Modelo de Mapa Conceitual de Ondulatória- Elaborado no programa Cmap Tools²⁷.



²⁷ Cmap Tools é um programa para elaboração de mapa conceituais. Disponível: <http://cmap.ihmc.us/download/>. Acesso: 09/07/2014.

Para orientar os estudantes na construção de um mapa conceitual faça um exemplo em sala utilizando qualquer tema, podendo ser trechos de um texto ou um conteúdo já trabalhado. Em seguida, entregue uma folha em branco e peça para os estudantes realizarem individualmente ou em duplas um mapa conceitual sobre som.

Para avaliação do processo de aprendizagem dos alunos, o professor deve guardar o mapa conceitual e solicitar a elaboração de outro mapa conceitual que será realizado ao final das atividades. Após a aplicação observe a evolução conceitual entre os dois mapas, verificando se os estudantes atingiram os objetivos específicos dos conteúdos digitais.

Colocamos abaixo algumas informações sobre a elaboração de um mapa conceitual.

2.1. Elaboração de um mapa conceitual

Para construir um mapa conceitual o professor deve seguir seis orientações básicas sugeridas por Moreira²⁸ (2010) em seu livro Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa.

1. Identifique as palavras chaves do assunto a ser abordado, coloque-os em uma lista e selecione entre 6 a 10 conceitos;
2. Ordene os conceitos de forma a evidenciá-los da forma mais geral até o conceito mais específico. Vale ressaltar que os conceitos mais amplos devem estar no topo do mapa e os mais específicos logo abaixo;
3. Conecte os conceitos com linhas e rotule essas linhas com uma ou mais palavras-chave que explicitem a relação entre os conceitos;

²⁸ Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. Disponível em: www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf
Acesso: 03/07/2014

4. Setas podem ser usadas quando se quer dar um sentido a uma relação. No entanto, o uso de muitas setas acaba por transformar o mapa conceitual em um diagrama de fluxo;
5. Busque relações horizontais e cruzadas;
6. Compartilhe seu mapa com colegas, discuta sobre suas relações e questione a localização de certos conceitos.

Apresentamos a seguir a descrição de cada conteúdo digital e onde o mesmo foi inserido no caderno da proposta do Estado de São Paulo.

Situação de Aprendizagem 1 – Isso é Barulho ou Música?

Para trabalhar conceitos básicos da ondulatória de uma forma simplificada, mas com precisão científica, recomendamos o vídeo “O Mundo de Beakman - Sons, Beakmania e Explosão (Parte 1)”. No contexto dos cadernos ele deve ser inserido após a realização da atividade “você aprendeu” do caderno do aluno na página 6.

Antes da apresentação da atividade, o professor, dividirá a classe em grupos de dois ou três estudantes, deverá propiciar uma discussão sobre os conceitos que serão apresentados no vídeo. As questões são:

1º Momento (Preparação para o vídeo):

Objeto Educacional Digital: Vídeo

Título: O Mundo de Beakman- Sons, Beakmania e Explosão (Parte 1)

Endereço: <http://www.youtube.com/watch?v=stAqNaURPS4> Disponível em 03/07/2014.



Respostas as questões abaixo:

1. Como é produzido o som?

2. O som se propaga no ar? Como?
3. O som se propaga nos meios sólidos e líquidos?

Durante a apresentação do vídeo procure observar as reações do grupo, como eles reagem à exibição do vídeo. Após a exibição do vídeo, entregue a segunda parte da atividade e favoreça a discussão entre os pares.

2º Momento (Pós- veiculação do vídeo):



Reveja as questões do 1º momento e as responda novamente.

É importante que o professor estimule discussões sobre os conceitos trabalhados no vídeo, destacando questões, dúvidas e comentários sobre a mídia.

Situação de Aprendizagem 2 – Uma entrevista musical

Recomendamos a utilização do simulador “Ondas Mecânicas” para trabalhar as características de uma onda (comprimento de onda, frequência, amplitude e velocidade). No contexto dos cadernos ele deve ser inserido após a realização da atividade “você aprendeu”, na página 9.

Inicialmente o professor poderá dividir a sala em duplas, dependendo da infraestrutura da sala de informática, da quantidade de computadores ou *tablets* disponíveis. O docente, se necessário, deve recomendar a leitura dos ícones de ajuda e tarefa. Deve-se salientar que o professor tem função de mediador do conhecimento e, portanto as suas orientações servirão para auxiliar o discente na busca por informações. Em caso de dificuldades de execução do conteúdo digital proporcione a socialização dos dados encontrados pelas duplas até ocorrer o encaminhamento correto do exercício. Juntamente com o simulador apresente as questões abaixo a serem respondidas com o auxílio do simulador.

1º Momento (Utilizando o simulador):

Objeto Educacional Digital: Simulador

Título: Ondas Mecânicas

Disponível: <http://www.fisicavivencial.pro.br/sites/default/files/sf/111SF/index.htm> Disponível em 03/07/2014.



Utilize o simulador, discuta com seus colegas e responda as questões abaixo:

1. O som se propaga no vácuo? Justifique
2. Qual a relação entre comprimento de onda e frequência?
3. Qual a relação entre a velocidade de propagação do som e a frequência?

O conteúdo digital servirá para avaliação dos conceitos básicos de onda e suas relações. Ao final da atividade o professor deverá propiciar a socialização dos resultados.

Situação de Aprendizagem 3 – Uma aula do Barulho

1º Conteúdo Digital

Primeiramente, propomos o vídeo “Ondas Sonoras” com o objetivo de compreender as propriedades das ondas sonoras, tais como, timbre, frequência e altura; construir instrumentos sonoros com materiais de fácil acesso e compreender o fenômeno da ressonância.

Recomendamos ao professor que divida a classe em grupos de dois ou três estudantes para discutir as questões referentes ao vídeo. O docente deve estimular a discussão entre os pares a fim de investigar os conhecimentos prévios dos

estudantes sobre as propriedades das ondas sonoras. Além disso, o vídeo terá a função de motivar ao estudo dos fenômenos naturais relacionados às ondas sonoras. Esse vídeo poderá ser utilizado após a leitura dos dois textos e análise de imagens do caderno do aluno, na página 12.

1º Momento (Preparação para o vídeo):

Objeto Educacional Digital: Vídeo

Título: Ondas Sonoras

Disponível: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/15640> Disponível em 03/07/2014.



Discussão em sala

1. Como é produzido o som na nossa voz?
2. Por que a voz de um garoto é mais “grossa” do que a voz de uma menina?
3. Por que o espaço sideral é silencioso?

Após a resolução do primeiro momento, apresente o vídeo. Se necessário pause o vídeo para discutir os conceitos abordados. A seguir, entregue a segunda parte da atividade e oriente-os a responder as questões relacionadas à mídia.

2º Momento (Pós- veiculação do áudio):



Discuta com o seu grupo algumas questões relacionadas ao fenômeno de ressonância.

1. Como funcionam os sonares dos navios e submarinos?
2. Por que estão proibidos os voos supersônicos no espaço aéreo brasileiro?
3. Como é produzido o som na nossa voz?

4. Por que a voz de um garoto é mais “grossa” do que a voz de uma menina?
5. Por que o espaço sideral é silencioso?

Após o recolhimento da atividade, exiba uma segunda vez, o vídeo chamando a atenção para determinadas cenas, diálogos e situações. É importante que a socialização do aprendizado.

2º Conteúdo Digital

O Objeto Educacional utilizado foi o simulador “Onda em uma corda” que propicia a discussão das propriedades que afetam o comprimento de uma onda amplitude e frequência. Esse conteúdo digital poderá ser utilizado após o ícone “você aprendeu”, na página 17. Como nas outras atividades, recomendamos que trabalho seja executado em grupos de dois ou três estudantes. Antes da manipulação da simulação os estudantes devem receber as questões abaixo para que possam discutir sobre as relações entre frequência, amplitude e comprimento de ondas.

Pré Teste

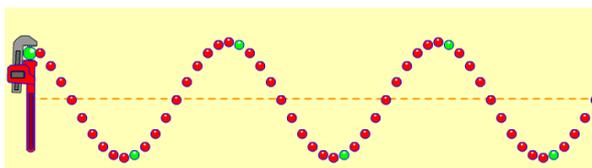
Recurso Digital: Simulador

Título: Onda em uma corda

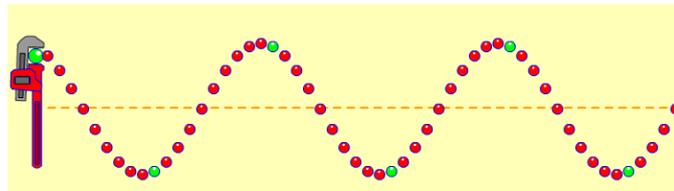
Disponível: <http://phet.colorado.edu/en/simulation/wave-on-a-string>

A atividade encontra-se logo abaixo:

1. Uma onda é criada nesta sequência, movendo a chave de cima e para baixo.

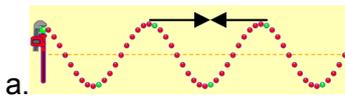
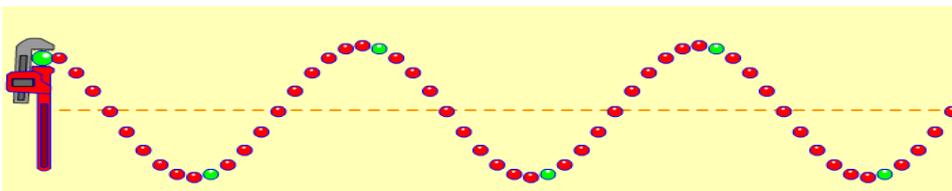


- A. O que mudaria se a onda apresentasse uma frequência maior?

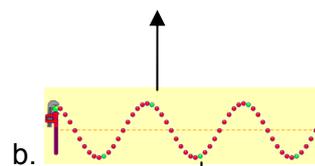


B. O que mudaria se a onda tivesse uma amplitude maior?

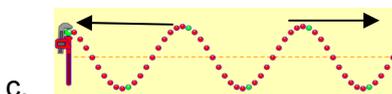
2. Com o aumento da frequência dessa onda vai afetar o comprimento de onda?



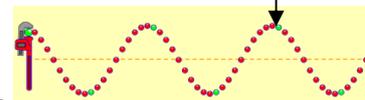
a. Comprimento de onda diminui



b. Comprimento de onda ficará mais alto



c. Comprimento de onda aumentará

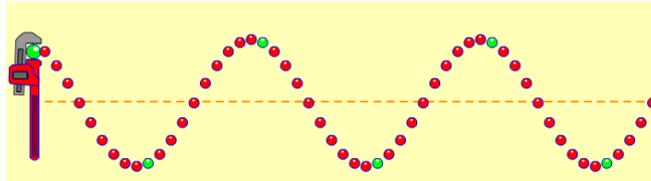


d. comprimento de onda ficará mais curto

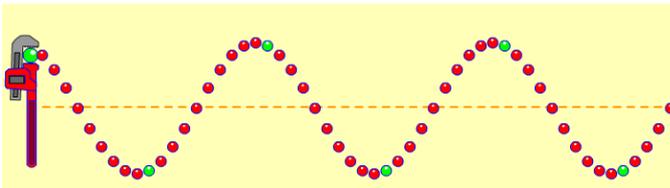
Após a resolução do pré-teste os estudantes deverão ser incentivados a explorar o simulador. Entregue a segunda parte da atividade e oriente as duplas na execução dos exercícios.

Simulador: Onda em uma corda

Uma onda é criada nesta sequência, movendo a chave de cima e para baixo.

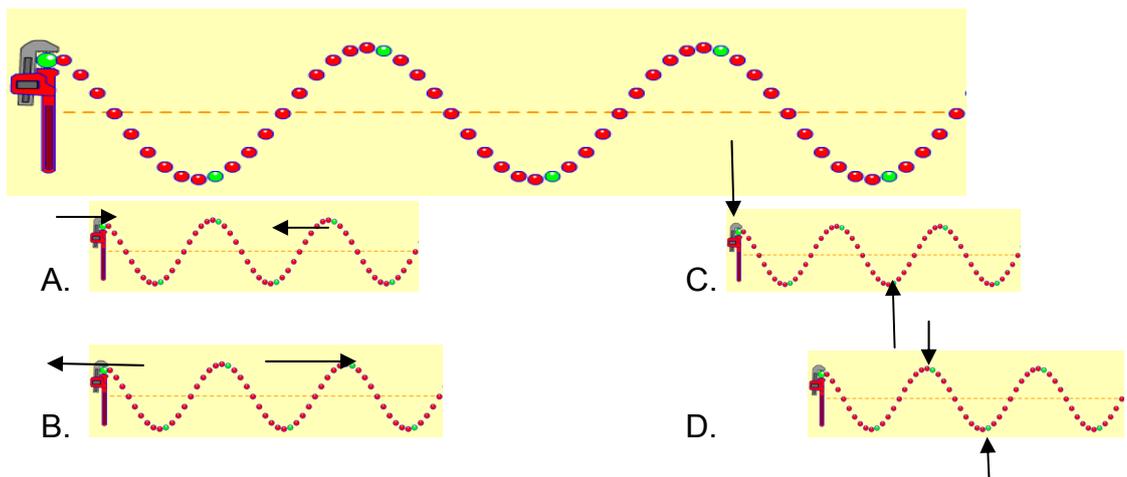


1. O que mudaria se a onda tivesse uma maior frequência?



2. O que mudaria se a onda tivesse uma amplitude maior?

3. Qual imagem mostra como o aumento da frequência da onda vai afetar o comprimento de onda?



4. Como você descreveria as alterações de frequência e período com suas próprias palavras?

Avaliação

As atividades entregues darão subsídios para o professor verificar se os estudantes compreenderam a diferenças entre intensidade sonora, altura e timbre além das relações entre as grandezas frequência, amplitude e comprimento de onda. Se os resultados forem insatisfatórios o docente entregará a atividade corrigida e fará a retomada dos conceitos através de socialização das perguntas e respostas.

Situação de Aprendizagem 4 – Fazendo um som

Recomendamos o áudio “Ondas Sonoras” para trabalhar o processo de propagação das ondas mecânicas, no caso, o som; conceituar ressonância; as e as características do som: altura e intensidade. A inserção do conteúdo digital poderá ocorrer antes de iniciar o texto “Aprendendo a Aprender” do caderno do aluno, na página 22.

Inicialmente o professor dividirá a classe em grupos de dois ou três estudantes e entregará as questões abaixo.

1º Momento (Preparação para o áudio):

Recurso Digital: Áudio

Título: Ondas Sonoras

Disponível: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/16906> Disponível em 03/07/2014



Discussão em sala

1. O que são ondas sonoras?
2. Onde podemos encontrá-las? Ou reproduzi-las?
3. Quando falamos em ressonância, a que vocês associam? O que é ressonância?

4. Por que é que o som pode quebrar uma taça de vidro e até fazer o alarme de outro carro disparar?

Após a discussão entre os pares o docente veiculará o áudio. É importante que o grupo (professor e alunos) desenvolva uma conversa sobre o áudio, destacando questões, dúvidas e comentários sobre a mídia.

Para finalizar, entregue a segunda parte da atividade e proporcione a discussão entre os pares sobre a propagação do som e o fenômeno de ressonância.

2º Momento (Pós- veiculação do áudio):



Discuta com seu grupo as questões abaixo:

1. Pode o som quebrar uma taça ou um jarro?
2. É possível quebrar outros materiais além de uma taça de cristal a partir do fenômeno da ressonância?
3. Por que a taça de cristal quebra mais facilmente com o fenômeno da ressonância do que um copo de vidro?
4. O fenômeno apresentado no texto abaixo pode ser considerado uma ressonância? Justifique.

“Um caça da Força Aérea Brasileira que fazia um voo rasante durante a cerimônia da troca da bandeira na Praça dos Três Poderes, em Brasília, destruiu na manhã deste domingo (01/07/2012) a fachada de vidro do Supremo Tribunal Federal (STF). O prédio foi isolado. Ninguém ficou ferido. No Senado, havia informações de que um dos prédios também havia sido danificado, mas a assessoria de imprensa afirmou que não houve danos. Uma equipe do Senado realizou uma vistoria no local.”

Fonte: <http://www.ecofinancas.com/noticias/caca-fab-voo-rasante-destroi-fachada-vidro-stf>. Acessado: 04.12.2012

5. Em dias de clássicos futebolísticos que promovem grandes concentrações de populares, teme-se pela segurança do Estádio do Morumbi, em São Paulo, sobretudo nos momentos de gol. A alegria e o entusiasmo dos torcedores, geralmente manifestadas por meio de pulos e batidas no chão, fazem com que a estrutura do estádio vibre. Se essa vibração for mantida por muito tempo, pode levar partes da construção ou mesmo toda ela a desabar, ocasionando uma catástrofe. Determine o fenômeno ondulatório que explica esse fato e justifique.

Recomendamos que o professor peça novamente aos seus alunos um mapa conceitual referente ao tema ondulatória. Compare os dois mapas conceituais e verifique o avanço dos grupos em relação aos conceitos de ondulatória e as características do som.

3. Critérios de Avaliação

Recomenda-se que em todas as aulas os estudantes sejam avaliados de acordo com a participação nas atividades. Os critérios de avaliação das “Situações de Aprendizagem” levando-se em consideração a fundamentação teórica escolhida e os objetivos da proposta curricular do Estado de São Paulo são:

0 (zero) → atribuída ao estudante que se recusar a realizar as atividades;

1 – 4 → atribuída ao estudante que não cumprir com as mínimas orientações;

5 – 8 → atribuída ao estudante que cumprir minimamente as atividades, contemplando as orientações básicas;

9 – 10 → atribuída ao estudante que realizar as atividades, discutindo conceitos, buscando soluções diferenciadas e praticando sua autonomia.

4.Considerações Finais

Os conteúdos digitais apresentados se mostraram eficientes no processo de ensino-aprendizagem da minha prática docente. Espero que este produto possa ser proveitoso ou sirva de incentivo para outros professores que delas venham utilizar-se.

5.Referências

CARVALHO, A. M. P. **Las practicas experimentales en el proceso de enculturación científica** . In: GATICA, M Q; ADÚRIZ-BRAVO, A (Ed). *Enseñar ciencias en el Nuevo milenio: retos e propuestas*. Santiago: Universidade católica de Chile, 2006.

MOREIRA, Marco Antonio. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. São Paulo: Editora Centauro, 2010. 80 p.