

Uma proposta de objeto digital de aprendizagem para o ensino de ondas sonoras

A proposal of a digital learning object for the teaching of sound waves

Una propuesta de objeto digital de aprendizaje para la enseñanza de ondas sonoras

Recebido: 19/02/2019 | Revisado: 02/03/2019 | Aceito: 10/03/2019 | Publicado: 12/03/2019

Artur Araújo Cavalcante

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3483-8739>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: arturecoba@hotmail.com

Michele Maria Paulino Carneiro Moreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5925-9469>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: michelepaulino12@gmail.com

Gilvandenys Leite Sales

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6060-2535>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: denyssales@gmail.com

Resumo

Este artigo tem como objetivo apresentar uma proposta de desenvolvimento de um Objeto Digital de Aprendizagem (ODA) sobre ondas sonoras, mais especificamente sobre o comportamento dessas ondas de acordo com a equação fundamental da ondulatória. A ideia é que este ODA seja desenvolvido e trabalhado com alunos de Ensino Médio ou dos últimos anos do Ensino Fundamental. As características do objeto, o planejamento e os objetivos que pretendemos alcançar com ele são apresentados neste trabalho e atendem aos requisitos apontados pela literatura para o desenvolvimento de um Objeto de Aprendizagem. Uma revisão da literatura nos permitiu concluir que não existem muitos trabalhos referentes aos ODA's que contemplam o assunto tratado aqui. Dessa forma, apontamos para a necessidade de seu desenvolvimento para que o mesmo possa contribuir na melhoria do processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Ensino; Física; Objetos de Aprendizagem; Ondas Mecânicas.

Abstract

This article aims to present a proposal of development of a Digital Learning Object (DLO) about sound waves, more specifically about the behavior of these waves according to the fundamental wave equation. The idea is that this DLO will be developed and used with high school students or students of the latter years of elementary school. The features of the object, the planning and the aims that we intend to achieve with it will be presented in this work and meet the requirements pointed out by the literature to the development of a Learning Object. A literature review allowed us to conclude that there are not many works related to the DLO that contemplate the issue addressed here. Therefore, we indicate the need of its development so that it can contribute to the improvement of the teaching-learning process.

Keywords: Teaching; Physics; Learning Objects; Mechanical Waves.

Resumen

Este artículo tiene como objetivo presentar una propuesta de desarrollo de un Objeto Digital de Aprendizaje (ODA) sobre ondas sonoras, más específicamente sobre el comportamiento de esas ondas de acuerdo con la ecuación fundamental de la ondulatoria. La idea es que este ODA sea desarrollado y trabajado con alumnos de Enseñanza Media o de los últimos años de la Enseñanza Fundamental. Las características del objeto, la planificación y los objetivos que pretendemos alcanzar con él son presentados en este trabajo y atienden a los requisitos apuntados por la literatura para el desarrollo de un Objeto de Aprendizaje. Una revisión de la literatura nos permitió concluir que no existen muchos trabajos referentes a los ODA que contemplan el asunto tratado aquí. De esta forma, apuntamos a la necesidad de su desarrollo para que el mismo pueda contribuir en la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Palabras clave: Enseñanza; Física; Objetos de Aprendizaje; Ondas Mecánicas.

1. Introdução

A Física é uma das disciplinas no Ensino Básico responsável por grande parte das reprovações. Esse fato pode ser muitas vezes relacionado às dificuldades na compreensão de alguns fenômenos físicos por parte dos alunos, o que, por consequência, os levam a terem certo desinteresse em aprender a disciplina. Além disso, os adolescentes possuem dificuldades em absorver conhecimentos que sejam abstratos e que envolvam cálculos matemáticos. (PAPALIA; OLDS; FELDMAN, 2013).

O uso de algumas tecnologias podem ajudar os professores a engajar os alunos no contexto de sala de aula, afinal, a tecnologia tem promovido mudanças na forma dos seres humanos se relacionarem entre si e com o mundo. As tecnologias da informação e comunicação (TIC), como o computador e a Internet, fazem parte cada vez mais da vida das pessoas em geral. Levando em consideração o interesse dos sujeitos pela tecnologia, podemos pensar na questão da apropriação dela por professores dos Ensinos Fundamental e Médio. Dessa forma, consideramos pertinente utilizar Objetos Digitais de Aprendizagem como ferramentas de ensino, já que eles provavelmente atrairão a atenção dos estudantes, facilitando a exposição teórica.

Tendo como foco o uso do computador como instrumento a ser utilizado para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem, este artigo tem como objetivo apresentar uma proposta de desenvolvimento de um Objeto Digital de Aprendizagem (ODA) sobre ondas sonoras desenvolvido a partir dos pressupostos da teoria da construção do conhecimento de Jean Piaget, onde o conceito deve passar por três etapas: assimilação, acomodação e adaptação. Além disso, também se baseia em características que, para Mendes et al. (2004), são fundamentais, como a reusabilidade, a adaptabilidade (podendo ser trabalhado em diferentes ambientes de ensino), a granularidade, a acessibilidade (disponível na internet) e a durabilidade (quanto às mudanças de tecnologia).

O material educacional é voltado para a aprendizagem de conceitos introdutórios sobre Ondas Sonoras, mais especificamente sobre a equação geral da ondulatória. O ambiente virtual implementado deve fazer uso de diversos recursos, tais como: animações em flash, simulações em Java, imagens e hipertexto. O *Storyboard* - Esboço sequencial que organiza as ilustrações e as imagens do ODA proposto - é composto, além das características propostas para o desenvolvimento do ODA, por cinco atividades que proporcionam que o aluno utilize os seus conhecimentos de ondulatória para as suas resoluções. Além disso, apresenta um material lúdico que deve facilitar a construção do conhecimento do aluno.

A próxima seção deste artigo é destinada à apresentação de uma revisão de literatura, a fim de apresentar os trabalhos que abordam o ensino de Ondas Mecânicas e da Acústica no ambiente escolar.

2. Revisão de literatura

Foram analisados os principais periódicos voltados para o ensino de Física no Brasil, em busca de pesquisas que tratassem da utilização de objetos de aprendizagem (OA) no

ensino da *Física do Som*. Algumas das revistas utilizadas foram: Revista Brasileira de Ensino de Física (Qualis A1); Caderno Brasileiro de Ensino de Física (Qualis A2); Investigações em Ensino de Ciências (Qualis A2); Experiências em ensino de Ciências (Qualis B1); Revista novas tecnologias na educação (Qualis B1); A Física na escola (Qualis B2). Também foi utilizado como suporte para a pesquisa o portal de periódicos da capes.

Apesar da consulta em muitos periódicos, o número de artigos encontrados que tratavam do uso de OA especificamente sobre a temática *Física do Som* foi bem reduzido, constando apenas três. Os quais serão abordados aqui nesta seção.

Observamos que os artigos voltados para Física do som traziam em geral, uma abordagem com propostas de práticas experimentais tradicionais, ou seja, em laboratórios de Física, ou realizados com materiais de baixo custo que não faziam uso de recursos digitais. Ribeiro (2014); Lima Junior, Rodrigues e Silva (2012); Coelho e Machado (2015); Moura e Neto (2011) são exemplos de autores que apresentaram como metodologia, atividades experimentais.

Dentre os trabalhos citados acima, alguns utilizaram instrumentos musicais para o ensino de Acústica Física. Como é o caso de Coelho e Machado (2015), os quais relatam a realização de uma oficina com alunos do Curso de Física, na qual se propôs a montagem de um móvel com tubos sonoros na busca da caracterização de sons e abordagem dos princípios físicos envolvidos nos fenômenos acústicos.

Destaca-se também o artigo de Moura e Neto (2011), o qual visa dar ao professor de Física mais uma ferramenta para o processo de ensino-aprendizagem da acústica no Ensino Médio. Para isto, o trabalho citado apresenta uma sugestão de ensino por meio da montagem, em sala de aula, de instrumentos musicais de baixo custo e uma discussão sobre a abordagem da acústica contextualizada por meio da história.

Canto Filho *et al* (2013) e Schmitt *et al* (2013) são algumas das pesquisas que estão voltadas para a classificação e depósito de objetos de aprendizagem em repositórios. Canto Filho *et al* (2013) apresentam o extrato de uma pesquisa que resultou no aplicativo denominado MCS - *Multimodality Classification System*, implementado com o intuito de auxiliar professores na busca e seleção de materiais a serem utilizados com seus alunos, considerando seus objetivos educacionais. Tal sistema tem a finalidade de classificar os níveis de multimodalidade presentes em partes ou como um todo em objetos de aprendizagem. O método aplicado pelo software leva o usuário a identificar o OA por meio de categorias preestabelecidas, algumas das quais ineficazes para o aprendizado e outras que apontam para um apoio efetivo na construção do conhecimento.

Behar et al (2008); Behar, Bernardi e Souza (2007); Tuyarot e Tesseroli (2016) ressaltam respectivamente, a importância da acessibilidade digital na construção de objetos de aprendizagem, OA integrado a uma plataforma de educação à distância, e utilização de OA em um contexto de inclusão. Behar et al (2008) apresenta como exemplo, a elaboração de um objeto de aprendizagem para ser ministrado em forma de oficina, mostrando os benefícios que o mesmo pode proporcionar em relação às desigualdades sociais.

Algumas pesquisas contaram com a participação de professores e alunos do ensino médio com o objetivo de avaliar os objetos de aprendizagem e como forma de inclusão digital no ensino público. Dentre estas, podemos citar Löbner, Pretto e Bolzan (2013); e Costa et al (2007), o qual relata um desafio, de inserir alunos de nível médio no contexto do processo de avaliação de objetos de aprendizagem. Verificou-se, por um lado, a pertinência de alunos avaliarem material que eles próprios irão utilizar, e, por outro, a influência do nível de inclusão digital dos alunos no processo de avaliação. Essa prática pode ser útil para que os usuários possam obter parâmetros para saber se a fonte que estão consultando é de qualidade ou não.

Em seguida, serão explicitados os três artigos que apontavam sugestões de uso de objetos de aprendizagem, ou outras tecnologias digitais direcionadas para o ensino de Física do Som ou Física Acústica, destinados à aplicação no Ensino Médio e superior.

Silva W., Silva D., Silva C. (2004) apresentam um software desenvolvido para utilizar conjuntamente com o experimento de interferência, denominado batimento de ondas sonoras. O software possibilita estudar de forma ampla o batimento de ondas sonoras. Dentre as atividades interativas que o OA (objeto de aprendizagem) possibilita, estão: execução de sons nas frequências selecionadas pelo usuário; produzir as superposições das ondas; simulação da amplitude da onda gerada pela superposição; e experimento sobre movimento circular uniforme, para que o aluno possa fazer uma analogia entre o período e a frequência dos alcances de dois móveis em MCU com os mesmos elementos dos batimentos. Além disso, apresenta um roteiro destinado à realização da experiência voltado para o ensino superior e outro voltado para o ensino médio.

Diogo e Gobara (2007) apresentam as análises preliminares de uma pesquisa de campo em que as tecnologias da informação e comunicação foram utilizadas como disponibilizado no endereço <http://www.episteme.pro.br/cursos>, utilizando-se o Moodle como plataforma. O ambiente virtual é denominado *Os Mistérios do Som*. Uma das atividades propostas é o desafio *O pernilongo e os sons*, em que são abordados vários conceitos: fonte sonora, vibração, frequência, grave, agudo, infrassom, ultrassom, espectro sonoro, e relação entre

frequência da fonte sonora e do som que ela emite. Neste desafio o aluno é convidado a participar de uma campanha municipal contra uma infestação de pernilongos que está assolando a cidade. Onde ele precisa construir um aparelho para exterminar os pernilongos, utilizando para isto, os conceitos físicos aprendidos.

Bleicher et al (2002, p. 2) apresenta uma ferramenta auxiliar no ensino de Física, que consiste em um software de computação simbólica *Mathematica*, através dos seus recursos de programação analítica e multimídia.

É possível verificar as relações de frequências numa escala musical e o efeito do batimento, através de análise matemática e reprodução sonora via computador. Para fins ilustrativos e pedagógicos, são simulados no computador efeitos sonoros comumente utilizados por músicos, como Tremolo, Phaser e Auto-Wah. Estes são modelados matematicamente de forma simplificada, tomando-se como base uma onda sonora padrão, cujos parâmetros associados foram obtidos experimentalmente. Ressalta-se a possibilidade do aprendizado autônomo (Bleicher *et al*, 2002, p. 2).

Por meio da revisão da literatura apresentada, podemos concluir que a ênfase dada à Física do Som tem sido pequena comparada a outras áreas da Física. Essa perspectiva também se manifesta na sala de aula, onde muitas vezes, esse assunto é negligenciado. Porém, é um conteúdo que está presente no cotidiano dos alunos, ou seja, de fácil contextualização. Sendo possível, por exemplo, relacionar a *Física do Som* com a música, que é um campo de interesse e conhecimento de muitos alunos.

3. Por que objetos de aprendizagem?

Objetos de aprendizagem (OA) apresentam-se como importantes ferramentas que podem auxiliar o processo de ensino-aprendizagem. Estes recursos estão inseridos dentro de uma Cultura Digital que visa explorar o caráter didático-pedagógico no uso de tecnologias disponíveis para o desenvolvimento de competências inseridas no âmbito do desenvolvimento de ferramentas que auxiliem o ensino e aprendizagem de alunos.

Mas o que seria um Objeto de Aprendizagem? Wiley (2000, p.2) define como “qualquer recurso digital que pode ser reusado para apoiar a aprendizagem”, ou seja, qualquer recurso digital como, por exemplo: textos, animações, vídeos, imagens, aplicações, página web em combinação, simuladores, que deem suporte ao ensino e à aprendizagem”.

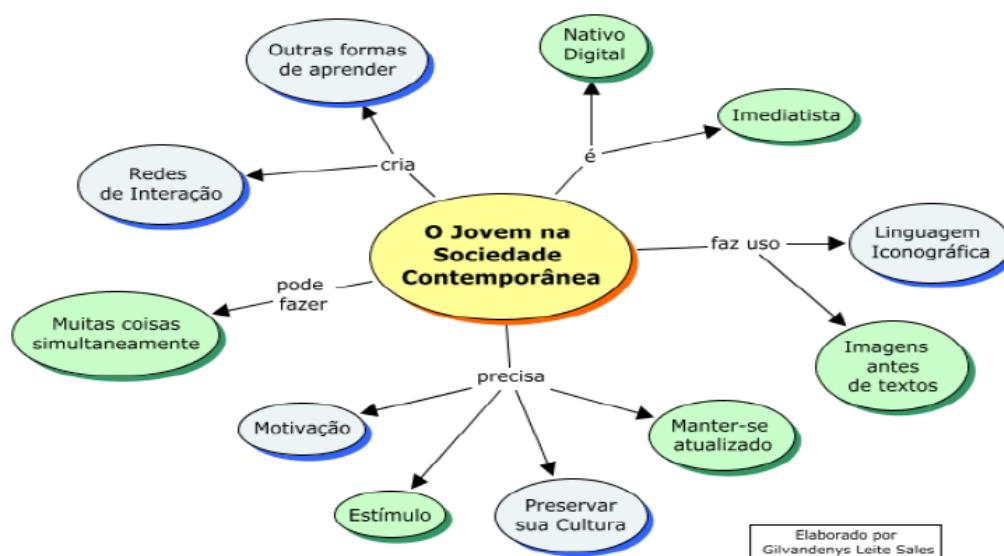
Diante do explicitado acima, observa-se que os OA's possuem potencialidades que, na construção do conhecimento, podem promover ao estudante situações que estejam conectadas ao seu cotidiano. Segundo Brasil (2014), isso é de suma importância, pois a falta de relação dos conteúdos com o cotidiano do aluno, favorece apenas a uma memorização mecânica que

tem o objetivo apenas de que o estudante execute uma avaliação e obtenha um resultado satisfatório.

É possível ver o crescente número de trabalhos que fazem uso de um OA como parte de suas metodologias. Arantes, Miranda e Studart (2010) utilizaram o simulador *PhET*¹ desenvolvido na Universidade do Colorado para o Ensino de Física; Carneiro e Silveira (2014) fizeram uma análise de 65 OA's produzidos em diversas áreas de ensino; Santos (2017) trabalhou em sua dissertação o uso de OA em sua metodologia para o ensino de Física Moderna e Contemporânea.

Além disso, é necessário que seja analisado o contexto social no qual o jovem está inserido e observar quais fatores podem influenciar na aprendizagem como é mostrado na Figura 1.

Figura 1 – O jovem na sociedade contemporânea.



Elaborado por
Gilvandenys Leite Sales

Fonte: Sales e Santos (2016, p. 2).

Sales e Santos (2016) ao conceber este mapa conceitual, mostraram um panorama da sociedade, no qual, a educação está inserida e, também, compreender o comportamento do jovem, observar quais são as características evidentes deles, pois como pode-se perceber o jovem é um nativo digital que está inserido em um ambiente tecnológico, onde se comunica e aprende através de símbolos, imagens, escrita e fala.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) traz como uma das competências básicas para a educação básica:

¹ O simulador PhET pode ser encontrado no endereço: https://phet.colorado.edu/pt_BR/

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (Brasil, 2017, p.9)

Dessa forma, é possível observar que há uma preocupação de se inserir tecnologias digitais dentro do contexto escolar, pois tais tratam-se de importantes ferramentas auxiliares no processo de ensino e aprendizagem, e os Objetos de Aprendizagem anteriormente já definidos, tratam-se de uma proposta que possibilita positivamente este cenário de relacionar o conteúdo abordado em sala de aula com o mundo tecnológico, no qual, ele já se encontra inserido.

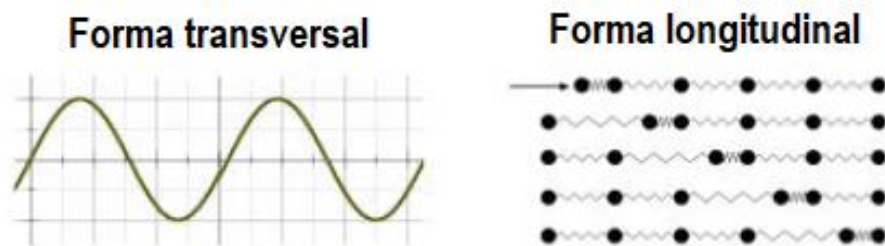
4. Por que a Acústica?

Com uma base científica fundada pela teoria clássica das vibrações mecânicas desde o século XVIII, o conhecimento da Acústica atingiu grandes amplitudes que hoje perpassam o universo das combinações de sons, timbres e intensidades sonoras que permeia o campo da sonoridade presente na música e na fala. Entretanto, embora os aspectos heurísticos que envolvem a harmonia musical foram de crucial importância no progresso dessa Ciência, grande parte do ensino atual de Acústica se faz com abordagem majoritariamente teórica desconsiderando as ligações com a história, a arte, a psicologia, a sociologia e a música, que contribuíram na construção teórica do conhecimento da Acústica (MONTEIRO JUNIOR; CARVALHO, 2011).

Vale destacar que a Acústica é o campo teórico particular de estudo das ondas mecânicas que, por sua vez, como reza a teoria Física Ondulatória, corresponde em uma transferência de energia entre dois pontos através de um desequilíbrio ou perturbação de um meio material. Estas ondas podem ser classificadas de acordo com algumas de suas características, como a direção de movimento de suas partículas (transversais ou longitudinais), número de dimensões (unidimensionais, bidimensionais ou tridimensionais) e periodicidade (onda periódica ou pulso de onda).

As representações de uma onda sonora transversal (função seno-cosseno, como é mostrado comumente nos livros para representar uma onda mecânica) e sua propagação através do meio material, na forma longitudinal, são apresentadas na Figura 2.

Figura 2 – Forma transversal e forma longitudinal de uma onda mecânica.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A representação transversal (à esquerda da Figura 2) não traduz, de fato, o que acontece com as moléculas do material que propaga o som, dificultando a assimilação do estudante. Como o som é a propagação de uma frente de compressão mecânica ou onda longitudinal, a representação à direita da Figura 2 expressa mais fielmente o que acontece com as moléculas que transmitem o som. Dessa forma, além de mostrar a analogia entre a representação longitudinal e a transversal, o ODA proposto deve simular as compressões e rarefações do ar na medida que uma nota musical é gerada, com o intuito de facilitar o processo de ensino-aprendizagem, já que a propagação do som é vista por muitos alunos como algo abstrato (MOURA; NETO, 2011).

Essa abstração recorrente no ensino das ondas mecânicas revela-se como um obstáculo ao processo de ensino-aprendizagem de Física que pode ser contornado envolvendo o uso de simuladores (MAKUCH; MARTINS, 2018) ou até mesmo utilizando a música no contexto das aulas de Acústica (MONTEIRO JUNIOR; CARVALHO, 2011; COELHO; MACHADO, 2015).

Nesse sentido, relacionar Física e Música como estratégia interdisciplinar e contextualizada no ensino de Acústica, torna-se pertinente à medida que se percebe a Física como parte integrante da cultura contemporânea, identificando sua presença em diferentes âmbitos e setores, como por exemplo, nas manifestações artísticas ou literárias, em peças de teatro, letras de música etc. (BRASIL, 2002).

Além disso, ao contextualizar um conteúdo, o professor faz uma aproximação tátil nas variáveis teoria-cotidiano que potencialmente colaboraram para o engajamento dos alunos. Para Moreira (1999), apoiado na teoria cognitiva de David Ausubel, quando um conceito se relaciona de forma efetiva com outros conceitos contidos na estrutura cognitiva do aluno, ocorre à chamada aprendizagem significativa.

Nessa perspectiva, reitera-se o objetivo do presente artigo em apresentar uma proposta de desenvolvimento de um Objeto Digital de Aprendizagem (ODA) sobre ondas sonoras, mais especificamente sobre o comportamento dessas ondas, de forma que esse ODA possa

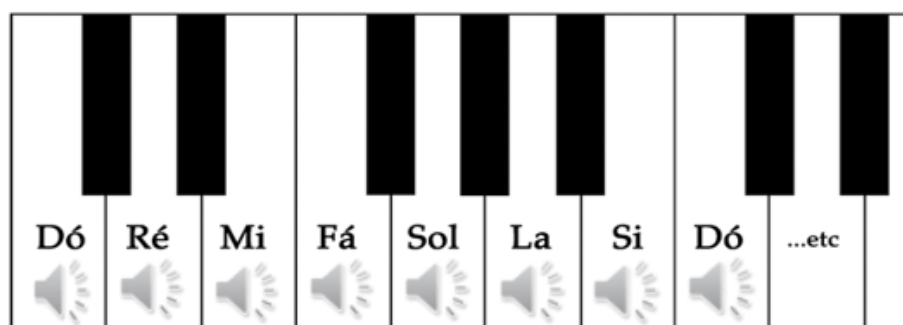
propiciar uma prática pedagógica que conecte a teoria física com o universo musical presente no cotidiano do aluno e, dessa forma, promover uma aprendizagem mais significativa.

5. O ODA proposto: Ondas Sonoras

Para o desenvolvimento dessa proposta de ODA se utilizou os aspectos pedagógicos necessários para a criação de um Objeto de Aprendizagem segundo Reategui, Boff e Finco (2010). Para esses autores, um ODA deve visar os processos de assimilação, acomodação e adaptação do conhecimento. Além disso, também se baseia em características que, para Mendes et al. (2004), são fundamentais, como a reusabilidade, a adaptabilidade (podendo ser trabalhado em diferentes ambientes de ensino), a granularidade, a acessibilidade (disponível na internet) e a durabilidade (quanto às mudanças de tecnologia).

O ODA proposto deve contemplar o ramo da Física que estuda o comportamento dos sons: a Acústica. Nele, deverá ser possível observar como as ondas sonoras, de diferentes frequências, se comportam no ar, quando a velocidade de propagação for de 340 m/s. O estudante deverá selecionar uma das notas musicais (Dó, Ré, Mi, Fá, Sol, Lá e Si) em um piano virtual, como é mostrado na Figura 3.

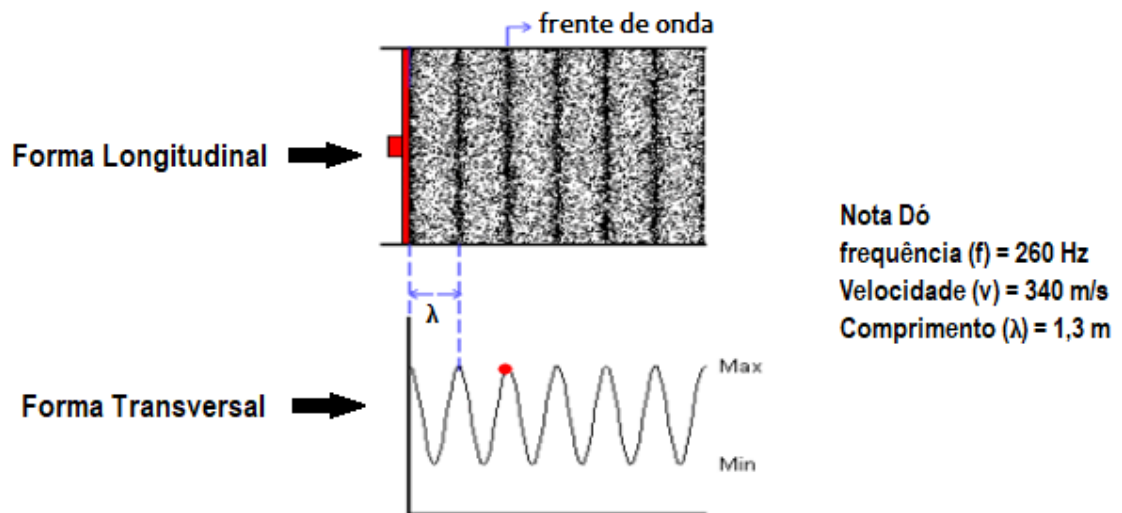
Figura 3 – Print de um dos slides do *Storyboard* do ODA “Ondas Sonoras”



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para cada nota musical selecionada, o aluno deverá escutar o seu som e visualizar uma animação com a forma de propagação do som no ar (forma longitudinal) combinada com o seu formato transversal (que comumente é visto nos livros de Física para ilustrar uma onda sonora), como podemos observar na Figura 4.

Figura 4 – Print de um dos slides do *Storyboard* do ODA “Ondas Sonoras”



Fonte: Elaborado pelos autores.

O ODA proposto também deverá apresentar um ambiente de atividades, onde cada problema é apresentado em uma tela diferente do *Storyboard* e permite a construção da solução fazendo uso de imagens e das próprias simulações presentes no Objeto. As questões contemplam a granularidade apontada por Mendes et al. (2004) e a potencialidade de reuso e de adaptação, permitindo diferentes usos para o material. As respostas devem apresentar um *feedback* que pode ser a mensagem de êxito ou uma indicação da incoerência da resposta.

A Figura 5 mostra uma das questões presentes no *Storyboard* do ODA “Ondas Sonoras”.

Figura 5 – Print de um dos slides do *Storyboard* do ODA proposto

As três ondas (A, B e C) se propagam com a mesma velocidade no ar (340m/s). Selecione a letra que representa a onda que tem a menor frequência.

A B C

Alternativa correta: C

Fonte: Elaborado pelos autores.

O objetivo principal deste ODA é fazer com que os estudantes consigam perceber o que acontece com as moléculas de ar quando o som (energia) se propaga, fazendo uma analogia entre a forma transversal e a forma longitudinal dele na medida que reduzimos ou aumentamos a frequência de vibração, facilitando o processo de ensino-aprendizagem de ondas mecânicas.

6. Conclusão

Como já foi mencionado anteriormente, observamos que não há uma quantidade considerável de trabalhos e de ODA's que dão ênfase à Física do Som. Fato que não acontece com a maioria das outras áreas da Física. Essa perspectiva também se manifesta na sala de aula, onde, muitas vezes, esse assunto é negligenciado apesar de ser um conteúdo que está presente no dia a dia dos alunos, sendo, portanto, de fácil contextualização (MOURA; NETO, 2011).

Objetivando melhorar o ensino dessa área da Física, propomos a construção deste ODA que deverá apresentar um ambiente lúdico, facilitando a construção do conhecimento do aluno e, ainda, proporcionar atividades em que o estudante possa utilizar os seus conhecimentos de ondulatória. Com base nas experiências e conhecimentos dos autores citados, acreditamos que o aluno deve interagir com o Objeto de Aprendizagem, aumentando a sua motivação e facilitando a construção do processo de ensino-aprendizagem.

Acreditamos que o desenvolvimento deste Objeto Digital de Aprendizagem trará grandes benefícios para o ensino de Ondas Mecânicas facilitando o entendimento, por parte dos alunos, do processo de propagação do som que, para muitos deles, é algo abstrato.

Referências

Arantes, A. R; Miranda, M. S.; Studart, N. (2010). Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do Phet, *Física na Escola*, 11(1), 27-31.

Behar, P. A.; Bernardi, M.; Souza, A. P. F.C. (2007). Objeto de Aprendizagem integrado a uma plataforma de educação à distância: a aplicação do COMVIA na UFRGS. *Novas Tecnologias na Educação*, 5(2), 1-10.

Behar, P. A.; Souza, E. K.; Goés, C. G. G.; Lima, E. M. (2008). A importância da acessibilidade digital na construção de objetos de aprendizagem. *Novas Tecnologias na Educação*, 6(2), 1-10.

Bleicher, L.; Silva, M. M.; Ribeiro, J. W.; Mesquita, M. G. (2002). Análise e Simulação de Ondas Sonoras Assistidas por Computador. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 24(2), 129-133.

Brasil. (2017). Base Nacional Comum Curricular. Brasília: Secretaria de Educação Básica.

Brasil. (2014). Secretaria de Educação Básica. Formação de professores do ensino médio, Etapa II - Caderno III : Ciências da Natureza / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica; [autores : Daniela Lopes Scarpa... et al.]. – Curitiba : UFPR/Setor de Educação, p. 48.

Canto Filho, A. B.; Müller, T. J.; Amaral, E. M. H.; Lima, J. V.; Tarouco, L. M. R. (2013). Um Sistema para Classificação de Objetos de Aprendizagem MCS - Multimodality Classification System. *Novas Tecnologias na Educação*, 11(3), 1-9.

Carneiro, M. L. F.; Silveira, M. S. (2014). Objetos de Aprendizagem como elementos facilitadores na Educação a Distância, In: *Educar em Revista*, Curitiba, Brasil, Edição Especial (4), p. 235-260.

Coelho, S. M.; Machado, G. R. (2015). Acústica e música: uma abordagem metodológica para explorar sons emitidos por tubos sonoros. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 32(1), 207-222.

Costa, V. M.; Rapkiewicz, C. E.; Canela, M. C.; Gonzaga, G. R. (2007). Uma experiência com alunos e professores de nível médio avaliando objetos de Aprendizagem. *Novas Tecnologias na Educação*, 5(2), 1-9.

Diogo, R. C.; Gobara, S. T. (2007). Pernilongo? Elimine esse zumbido da sua vida: A aprendizagem de ondas sonoras por meio das novas tecnologias. *Novas Tecnologias na Educação*, 5(2), 1-10.

Lima Junior, P.; Rodrigues, L. G. P.; Silva, M. T. X. (2012). Sobre a não-linearidade de fenômenos acústicos e o funcionamento da flauta transversa: uma incursão pela acústica musical. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 29(1), 156-179.

Löbler, M; L.; Pretto, D.; Bolzan, L. M. (2013). Percepção dos Alunos a respeito da Inclusão de Tecnologias Digitais no Ensino Público. *Novas Tecnologias na Educação*, 11(3), 1-10.

Makuch, F. B.; Martins, M. A. (2018). O uso do PhET Simulations no ensino de frações. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 11(2), 1-17.

MEC (Ministério da Educação), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec), PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

Mendes, R. M.; Souza, V. I.; Caregnato, S. E. (2004). A propriedade intelectual na elaboração de objetos de aprendizagem. In: *Cinform – Encontro Nacional de Ciência da Informação*, 2004, Salvador. Anais, Salvador: UFBA.

Monteiro Junior, F. N.; Carvalho, W. L. P. D. (2011). O ensino de Acústica nos livros didáticos de Física recomendados pelo PNLEM: análise das ligações entre a física e o mundo do som e da música. *HOLOS*, 1(1), 137-154.

Moreira, M. A. (1999). *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

Moura, D. A.; Neto, P. B. (2011). O ensino de acústica no ensino médio por meio de instrumentos musicais de baixo custo. *Física na Escola*, 12(1), 12-15.

Papalia, D. A.; Olds, S. W.; Feldman, R. D. (2013). *Desenvolvimento humano*. 12. ed. Porto Alegre: Artmed.

Reategui, E., Boff, E., Finco, M. D. (2010). Proposta de Diretrizes para Avaliação de Objetos de Aprendizagem Considerando Aspectos Pedagógicos e Técnicos. In: *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 8(3), 1-10.

Ribeiro, J. L. P. (2014). Por que a percussão de uma mola produz o mesmo som de “pistolas laser” do filme Star Wars? *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 31(2), 385-399.

Sales, G. L.; Santos, R. L. (2016). *O uso de objetos de aprendizagem e a aplicação do LMS Moodle numa escola pública de ensino médio do estado do Ceará: um estudo de caso*. In: Ana Carolina Costa Pereira; Francisco Regis Vieira Alves; Francisco Herbert Lima Vasconcelos. (Org.). *Ensino de Ciências e Matemática Enfoques de práticas docentes*. 1ed. Recife: Imprima, 1, p. 21-41.

Santos, R. L. (2017). *Aplicação de uma metodologia envolvendo mudanças conceituais no ensino de Física Moderna e Contemporânea*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Instituto Federal do Ceará, Fortaleza.

Schmitt, M. A. R.; Tarouco, L. M. R.; Rodrigues, A. P.; Videira, J. A. (2013). Depósito de objetos de aprendizagem em repositórios a partir da integração com ambientes virtuais de aprendizagem. *Novas Tecnologias na Educação*, 11(3), 1-10.

Silva, W. P.; Silva, D. D. P. S.; Silva, C. D. P. S. (2004). Um software para experimentos sobre batimento de ondas sonoras. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 21(1), 103-110.

Tuyarot, D. E.; Tesseroli, R. C. (2016). Objetos educacionais digitais na EAD e educação inclusiva na área de Física. *Novas Tecnologias na Educação*, 14(2), 1-9.

Wiley, D. (2010). *Learning Object Design and Sequencing Theory*. Brigham Young University. Dissertation.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Artur Araújo Cavalcante – 50%

Michele Maria Paulino Carneiro Moreira – 30%

Gilvandenys Leite Sales – 20%