

MEGA ACÚSTICA: UMA FERRAMENTA EDUCACIONAL PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

MEGA ACOUSTICS: AN EDUCATIONAL TOOL FOR SCIENCE TEACHING

Antônio Carlos Silva Cruz¹, Suelen Rocha Botão Ferreira², Welberth Santos Ferreira³

Recebido: janeiro/2022 Aprovado: dezembro/20022

Resumo: A compreensão do ouvido humano, aliado a composição dos múltiplos sons que permitem ao homem escutar o mundo é de fundamental importância para a acústica. Em adição, analisaremos como e onde o som mecânico é transformado e decodificado para os sinais bioelétricos visando observar como o cérebro gera essa informação. Esse estudo serviu como base para o desenvolvimento de uma ferramenta educacional sobre acústica, com características simples, objetiva e dinâmica, capaz de ser utilizado pelas gerações X, Y, Z e Alfa. Assim surgiu o Aplicativo Mega Acústica, uma ferramenta multiplataformas onde é possível visualizar as informações, através de vídeos com interpretação em libras e de áudios. Ele, também, possibilita a visualização de simulações e permite ao usuário que faça a verificação de sua aprendizagem através de um Quiz, que apresenta o número de acertos, em tempo real. O trabalho foi aplicado, como forma de teste de sua eficiência, juntos aos alunos do terceiro ano do ensino médio do Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia (IEMA) – Unidade Plena São Luís. Por fim, os dados foram coletados em planilha eletrônica, que após análise demonstraram a ocorrência de aprendizagem significativa do referido grupo.

Palavras-chave: ensino de ciências, ondulatória, acústica.

Abstract: The understanding of the human ear, allied with the composition of the multiple sounds that allow man to hear the world, is of fundamental importance for acoustics. In addition, we will look at how and where mechanical sound is transformed and decoded into bioelectrical signals to see how the brain generates this information. This study served as the basis for the development of an educational product about acoustics, with simple, objective and dynamic characteristics, capable of being used by the X, Y, Z and Alpha generations. Thus, came the Mega Acústica Application, a multiplatform product where you can view information through videos with interpretation sign language and audios. It also allows the visualization of simulations and allows the user to verify their learning through a Quiz, which presents the number of correct answers, in real time. The work was applied, as a way of testing its efficiency, together with third-year high school students at the Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia (IEMA) – Unidade Plena São Luís. Finally, the analysis of the data, arranged in an electronic spreadsheet, demonstrated the occurrence of significant learning in that group.

Keywords: science education, wave, acoustic.

1. Introdução

A experiência em ministrar Ciências, para estudantes do ensino médio proporcionou uma macrovisão do contexto no qual os estudantes estão inseridos e as principais causas de

¹  <https://orcid.org/0000-0001-7186-1922> – Especialista em Administração Educacional. Professor do Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IEMA. Rua da Companhia, 01, Anil. São Luís – MA. 65045-280. E-mail: ac.cruz75@gmail.com.

²  <https://orcid.org/0000-0001-7781-6532> – Doutora em Biotecnologia (UFMA). Professora do Centro de Estudos Superiores de Pinheiro - CESPI. Rua Maria Pinheiro Paiva, s/n, Matriz. Pinheiro e Faculdade Estácio, São Luís – MA. 65200-000 E-mail: suelen.rocha@gmail.com.

³  <https://orcid.org/0000-0001-7141-9501> – Doutor em Física. Professor da Universidade Estadual do Maranhão. GRUMA – Grupo de Magnetoelasticidade. Departamento de Física. Av. Lourenço Vieira da Silva s/n, Tirirical. São Luís – MA. 65055-310. E-mail: welberthsf@gmail.com.

suas dificuldades em compreender os diversos conteúdos trabalhados. Dessa forma, podemos observar que se faz necessário realizar uma quebra dos paradigmas metodológicos tradicionais, ainda vigentes.

Embora o livro didático seja uma ferramenta fundamental como referência dos estudos, seu uso está baseado em uma metodologia linear, estática e tradicional, que se confronta com os anseios e a realidade da geração atual, assim, não se pode continuar a negar a necessidade de inclusão das ferramentas de mídia on-line, ou estratégias educacionais que envolvam a aplicação de metodologias ativas, tais como: aprendizagem baseada em equipes (GUEDES, 2020).

A conexão do homem com o meio ambiente é realizada pelos seus sensores especializados, os cinco sentidos, que são: audição, olfato, paladar, tato e visão. Desta forma, em nossa área de estudo observamos que poderíamos contribuir no estudo da acústica, pois este trabalho, teve como mote de estudo os aspectos do funcionamento do ouvido humano, buscando compreender os princípios físicos da audição e da composição dos múltiplos sons ouvidos sob o enfoque da ondulatória e suas aplicações. O conhecimento adquirido foi utilizado para desenvolver um aplicativo para que os estudantes pudessem aprender de forma virtual, interativa e lúdica, disponibilizado de forma gratuita aos discentes.

Embora a relevância do tema deste trabalho seja de fácil compreensão, a questão a ser resolvida seria compreender como fazer os alunos do ensino médio entenderem os aspectos físicos presentes no processo de audição humana. Por esta razão, optou-se por desenvolver um aplicativo funcional para smartphone em uma plataforma com características de um jogo, ou melhor dizendo gamificada, visto que é um ambiente altamente motivador e capaz de aguçar a curiosidade e ao mesmo tempo fazer os principais esclarecimentos sobre o sistema auditivo, de forma prática e dinâmica.

Este trabalho se justifica em virtude da acústica ser uma área de estudo do ensino médio que não dá, normalmente, um bom enfoque aos sistemas de fonação e de audição. Em função desta carência e da curiosidade que o tema desperta, por se tratar de um sentido da percepção humana, foram desenvolvidos estudos sobre o funcionamento do sistema auditivo, na busca por uma estratégia para produzir um aplicativo virtual capaz de explicá-lo de forma clara e objetiva.

Considerando os pressupostos supracitados, o objetivo geral do presente trabalho foi produzir um aplicativo funcional na versão Android (mais utilizado pelos discentes) capaz de explicar o funcionamento do sistema auditivo humano, ao interpretar os sons produzidos pela composição de múltiplas fontes mostrando o caminho percorrido pelo som e as implicações físicas presentes em cada fase até a sua interpretação pelo córtex auditivo.

Contudo, por ser um objetivo ousado ele precisou ser subdividido em fases devidamente organizadas com objetivos específicos, que começou com o estudo de diversas fontes, sobre os processos físicos e químicos que compõem o sistema biológico da audição buscando-se compreender como ocorre a composição e separação dos sons produzidos por fontes distintas.

Após a compreensão dos conceitos relacionados a audição humana selecionamos e estruturamos o aplicativo. Concomitante a esta ação, demos início ao desenvolvimento deste. O referido aplicativo contém múltiplas funcionalidades relacionadas à Acústica e dentre elas um Quiz que teve a função de verificar o nível de aprendizagem dos alunos, após utilizarem o aplicativo.

A parte prática de aplicação do trabalho iniciou-se com a disponibilização do aplicativo Mega Acústica para os estudantes do terceiro ano do ensino médio do Instituto Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IEMA, Unidade Plena de São Luís – Centro, no estado do Maranhão.

Para desenvolver a pesquisa relacionada com sua aplicação foi utilizada uma abordagem quanti-qualitativa, onde a natureza da pesquisa se baseou inicialmente na coleta dos dados numéricos obtidos com as respostas do Quiz. Do ponto de vista estatístico podemos inferir o provável nível de aprendizagem obtido de cada questão proposta. Durante o processo de aplicação o docente foi ao mesmo tempo aplicador e investigador da ação e reação dos alunos, o que ocorreu através das redes sociais, em virtude das condições especiais impostas pelo isolamento social, originadas pelo Covid-19, que impossibilitou uma interação direta do Professor com seus alunos. Vale ressaltar que diante da atual situação pandêmica, esta foi uma estratégia visando o andamento da nossa pesquisa.

Ademais, em virtude das muitas mudanças metodológicas provocadas pela Covid-19, que causou a diminuição do conteúdo para o ano letivo, a ondulatória e a acústica foram comprometidas e por esta razão foi aplicado junto aos alunos do 3º ano e não aos do 2º ano, como seria esperado.

2. Fundamentação Teórica

A história nos mostra que de tempos em tempos a humanidade sofre mudanças que causam grande impacto na cultura e na forma de vida das pessoas. Foi assim nos primórdios da civilização quando o homem começou a dominar a agricultura e deixou de ser nômade, depois ocorreu a primeira revolução industrial causada pelas máquinas termodinâmicas, que deram ao homem a capacidade de produzir maior quantidade de produtos com menor custo (CAVALCANTE, 2011).

Em seguida, o mundo passou pela segunda revolução industrial com o domínio da eletricidade, que proporcionou ao homem, além da iluminação das noites, a capacidade de desenvolver vários dispositivos que tornaram a vida urbana cada vez mais atrativa, tais como: o rádio e a televisão, abrindo nas casas das pessoas, verdadeiras janelas, para um mundo até então inimaginável (SOUSA, 2021).

Contudo, o surgimento de novos paradigmas foram a base das mudanças que ocorreram na segunda metade do século XX, isso ocorreu devido ao desenvolvimento dos computadores e criação em seguida da internet, causando uma das mais profundas revoluções de todos os tempos, marcadas por mudanças radicais no modo de vida humano, que proporcionou o

surgimento de sistemas inovadores que provocaram a ruptura de hábitos e pensamentos (SANTOS, 2015).

2.1 Características das Gerações X, Y e Z

Para entender melhor as mudanças que ocorreram no século XX precisamos recorrer as ideias de Robert Capa, criadas em 1950 (MEYER, 2021), quando definiu que as pessoas nascidas até 1945, faziam parte do que chamou de Geração Tradicional e as que nasceram após a 2ª grande guerra mundial, entre 1946 e 1964, seriam chamadas de Geração Baby Boom. A geração posterior, ou seja, nascidos entre de 1965 e 1979, passou a ser conhecida como Geração X (MEYER, 2019). Essa foi a Geração que viu surgir a impressora, os computadores pessoais, a internet, o celular, o e-mail, entre muitas outras coisas, acompanhando as grandes mudanças no modo de viver. Contudo, foi uma geração que enfrentou várias crises violentas incluindo o período de desemprego da década de 1980, assim se tornaram pessoas céticas e superprotetoras (IHU, 2011).

A partir dos anos 1980, tivemos a época de grandes avanços tecnológicos e prosperidade econômica, chamada de Geração Y ou Millennials, que cresceram tendo o que muitos de seus pais não tiveram, ou seja, TV a cabo, videogames, computadores, vários tipos de jogos, e muitos outros itens tecnológicos. Esta foi a primeira geração verdadeiramente globalizada, que cresceu com a tecnologia e a usa desde a primeira infância. Esta geração ganhou autoestima e não se sujeitava a atividades que não fizessem sentido para suas vidas, pois sabiam trabalhar em rede e tinham problemas com os velhos conceitos de autoridade.

Neste processo de contínuas mudanças e evolução de gerações, o ano de 1997 marca o surgimento da Geração Z, são os "nativos digitais", que estão muito familiarizadas com a *World Wide Web* (w.w.w) da internet, com o compartilhamento de arquivos, com as funcionalidades dos smartphones e tablets, e que estão sempre conectados. Essa geração está com um grande problema, pois é a geração mais fechada de todas, onde cada um vive em seu mundo, isolado através dos fones de ouvido. Eles escutam pouco e falam menos ainda, tendendo para o egocentrismo. Contudo, entre os traços comportamentais, pode-se destacar a responsabilidade social, a preocupação com a sustentabilidade do planeta e a mente aberta a adesão de tecnologias (IHU, 2011). Essa geração é filha da geração millennials, assim o mundo dos alfas, começando por seus pais, está constantemente conectado a celulares e à internet. Os nascidos na Geração Alfa são os únicos, totalmente nascidos no século XXI e eles têm como característica principal o domínio do mundo digital, contudo eles terão problemas ao precisar lidar com situações analógicas, logo o meio ambiente será uma grande preocupação para esta nova geração (BBC, 2021).

Pelo que foi exposto acima e considerando que a faixa de idade dos alunos é inferior aos 18 anos, no ensino médio (Geração Z) e inferior aos 15 anos, no ensino fundamental (Gerações Z e Alfa) comparadas as gerações dos professores com idade superior aos 30 anos (Gerações Y e Z), temos nas salas de aula um encontro de múltiplas gerações e isso acaba por criar desde ruídos de comunicação até verdadeiros conflitos culturais e de interesses. Desta forma, cabe a nós professores buscarmos metodologias capazes de mediar e melhorar esta relação de convivência pedagógica.

2.2 O avanço tecnológico das Webs

Embora a humanidade estivesse muito feliz com as tecnologias do rádio e da televisão, onde o fluxo da comunicação tinha um só sentido, alguns visionários começaram a buscar formas de comunicação de fluxo bidirecional, este foi o projeto proposto por Tim Berners (NONATO, 2015). Ele apresentou suas primeiras ideias ao construir o *ENQUIRE*, projeto que continha as ideias primordiais do gerenciamento de informações.

Com a ajuda de Robert Cailliau, Tim Berners-Lee publicou, no final de 1990, uma proposta para a *World Wide Web* (Rede mundial de computadores) e no ano seguinte, no dia 6 de agosto, Berners-Lee postou um resumo no grupo de notícias *alt.hypertext*. Assim, esse período marcou o lançamento da rede com todas as ferramentas (o navegador, o servidor e as primeiras páginas) necessárias para o sistema funcionar. Durante o desenvolvimento do processo, ele criou um sistema de identificação global e único de recursos, o *Uniform Resource Identifier (URI)*, que era diferente dos sistemas anteriores como o *HyperCard*, pois a *World Wide Web* não era *software* proprietário, assim em 30 de abril de 1993, a CERN anunciou que ele seria disponibilizado para uso livre, sem custos, para todos (NONATO, 2015).

O código usado para que o usuário final acessasse a rede recebeu o nome de Web 1.0 e era considerado estático, pois os conteúdos não podiam ser alterados pelos usuários, sendo apenas produto dos programadores. Por essa razão ele logo foi substituído pelo código Web 2.0, que era mais dinâmico e interativo. Com ele surgiu uma variedade especial de serviços, tais como redes sociais, blogs e wikis, que promovem a colaboração e a troca rápida de informações entre os usuários.

Embora o código Web 2.0 estivesse satisfatório para as dinâmicas de trabalho desenvolvidas no século XX, o sistema continuou a evoluir para uma versão melhorada que recebeu o nome de Web 3.0 ou Web Semântica, onde as informações fornecidas pelos usuários, são analisadas por um algoritmo capaz de aprender e recomendar coisas do interesse dos mesmos, isso pode ser percebido ao navegar no *Google*, *Facebook* ou outra plataforma semelhante. Ainda no processo de evolução do sistema, os desenvolvedores estão trabalhando na Web 4.0 ou rede Mobile, um novo modelo de interação mais completo e personalizado, que não pretende se limitar a apresentar informações, mas que será capaz de fornecer soluções concretas para as necessidades dos usuários.

2.3 Gamificação na Educação

Por muitas gerações a sala de aula foi apenas um espaço para estudo e aprendizagem dos conhecimentos historicamente acumulados, onde os jogos não tinham espaço. Em tais épocas, o lúdico parecia atrapalhar a capacidade de aprendizagem. Com as mudanças culturais e tecnológicas, ocorreu também uma mudança na abordagem pedagógica e a aprendizagem deixou de ser vista como a habilidade de memorizar o máximo de conhecimento possível sobre as muitas ciências estudadas, passando a ser percebida como uma competência de análise e resolução dos problemas a partir dos conhecimentos acumulados.

Despertar estratégias didático-metodológicas baseadas na aprendizagem colaborativa através das tecnologias da informação e comunicação surgem como alternativa para dinamizar as aulas (PINTO, 2022).

Sabe-se que jogar, ou como se dizia antigamente (brincar) é uma ação desenvolvida pelos jovens que acompanham o homem em sua evolução. Ademais, ao brincar busca-se, de forma lúdica, alcançar vários objetivos, tais como: aprender sobre a cultura, reforçar os traços regionais e costumes, desenvolvendo diferentes manifestações de expressões (RODRIGUES, 2016).

No contexto moderno, onde as instituições de ensino, em todos os níveis, precisam ser trabalhadas como espaço de interlocução dos saberes que se constituem a partir das relações sociais, os jogos podem contribuir com formação de valores que fortalecem a possibilidade de construção de uma sociedade mais justa (RODRIGUES, 2016).

A tecnologia avançou bastante nas duas últimas décadas. Muitas coisas mudaram e quase não se brinca mais como há 30 anos. Isso por que os jogos eletrônicos vêm substituindo brincadeiras tradicionais em espaços urbanos cada vez mais restritos, acarretando uma série de prejuízos para a formação e o desenvolvimento da criança. Por este motivo, faz-se necessário resgatar as ideias das antigas brincadeiras envolvendo-as na nova percepção do jovem da atualidade.

O que começou a acontecer quando, as ideias desenvolvidas em 2002, por Nick Pelling, um programador e inventor britânico, apresentadas como gamificação, que consistia em transportar os conceitos e mecânica do mundo dos games para serem aplicadas ao mundo real, visando motivar as pessoas a resolverem problemas relacionados ao universo do trabalho, e que teve uma lenta aceitação inicial. Contudo, a *gamificação* passou a ser mundialmente conhecida a partir de 2010, quando surgiram os sistemas de conquistas e recompensas nos *softwares* de grandes empresas, nos mais diversos segmentos. Com os excelentes resultados apresentados em todos os segmentos onde fora aplicada, a *gamificação* passou a ser, de forma lenta e com muitas reservas, também utilizada como ferramenta pedagógica junto às salas de aula.

Desde sua origem, a gamificação teve como objetivo estimular a participação através da possibilidade de recompensa pela realização de uma ação ou tarefa. Em busca da recompensa o discente sente-se valorado e motivado para dar continuidade no pós-aula. Mas para ser eficiente e eficaz, no contexto educacional, o game precisa apresentar características bem definidas, tais como: ser divertido, conter objetivos claros, incentivar as interações, estimular a competição saudável, levar em conta o aprendizado desejado e ser desafiador (FERREIRA, 2019).

Considerando que nada é tão gratificante quanto ser recompensado por executar bem uma ação. A *gamificação* de tarefas apresenta-se como uma ferramenta motivacional de grande diversidade de aplicação onde se obtêm como consequência positiva o engajamento motivado dos participantes (SILVA, 2022).

Atualmente, é muito difícil manter uma pessoa focada em alguma coisa. Principalmente no mundo virtual, onde a oferta de entretenimento e informação é enorme e, se não houver um “algo a mais”, a atividade que está sendo feita rapidamente deixa de ser interessante (FERREIRA, 2019).

Temos então uma mudança necessária ocorrendo na práxis pedagógica contemporânea, visto que não existe mais espaço para a educação tecnicista e com o professor sendo centralizador e transmissor das informações. Em adição, dentre os muitos instrumentos pedagógicos disponíveis, temos na *gamificação* uma opção inovadora alinhada com os atuais interesses dos jovens. Observa-se que essa abordagem aumenta a frequência dos alunos e melhora a colaboração entre eles na resolução de problemas.

É importante ressaltar que apesar de sua grande utilização tanto no meio acadêmico quanto no popular, o termo *gamificação* é altamente contestado dentro da indústria de jogos e da comunidade de estudos de videogames, pois a *gamificação* não é um jogo, mas sim a utilização de abstrações e metáforas originárias da cultura e estudos de videogames em áreas não relacionadas a videogames (FERREIRA, 2019).

Todos estes aspectos presentes na gamificação serviram como base para a construção do aplicativo que foi desenvolvido para instrumentalizar os conhecimentos relacionados à acústica.

3. Metodologia

Para viabilização do aplicativo buscamos os meandros que nos pudesse garantir um produto, gratuito, com fácil manuseio e autoexplicativo. Assim, foram realizadas várias tentativas de produção, em diversas plataformas e sites de livre acesso, mas sempre nos deparávamos com limitações que impossibilitavam o desenvolvimento da forma prevista. Dentre as muitas opções testadas optamos por utilizar a plataforma Fábrica de Aplicativos (FabApp), um site que nos permitiu desenvolver boa parte do projeto de forma livre, contudo, como precisávamos de acessos mais específicos, foi necessário fazer a contratação da versão paga, o que facilitou o acesso a várias ferramentas novas, tornando possível desenvolver as diversas funcionalidades desejadas para o aplicativo, tornando-o dinâmico e de fácil acesso aos usuários. Vale ressaltar que algumas ideias iniciais foram substituídas ou adequadas às novas possibilidades, para viabilizar sua realização.

3.1 Descrição do aplicativo (app)

O aplicativo Mega Acústica é uma ferramenta educacional virtual destinada a complementar e aprofundar o estudo de acústica. O nosso app oportunizou aos estudantes a possibilidade de compreender melhor o funcionamento do sistema auditivo humano, um conteúdo muito pouco trabalhado em sala de aula, nomeadamente Ciências da Natureza.

O aplicativo tem acesso direto sem necessidade de senha, ou seja, após ser baixado no *smartphones*, o usuário já tem acesso às suas funcionalidades, que estão organizadas em cinco abas, com seus respectivos ícones e descrições. Para melhor compreensão foi anexado um manual com explicações detalhadas.

3.2 Processo de Desenvolvimento

Após a concepção da ideia do aplicativo demos início a construção de seu *layout*, que culminou com a proposta de organizar em abas, para dar ao projeto a possibilidade de múltiplas plataformas de interação.

Basicamente, ele é composto por abas, onde a primeira aba, que trata da acústica teórica, abre um *link* para um canal onde são encontrados dois vídeos que produzimos, sendo um deles com tradução em libras para inclusão de pessoas com deficiência auditiva.

A segunda aba, que recebe o nome de acústica experimental, é um *link* que dá acesso ao site de simulações do projeto *Phet* Colorado.

A terceira aba, abre um *Podcast* com o áudio que contém o mesmo conteúdo da aba um, destinado a inclusão de pessoas com deficiência visual.

A quarta aba, chamada de acústica na rede, disponibiliza vários vídeos sobre acústica que estão disponíveis na rede do *Youtube*, no canal Mega Acústica.

A quinta aba, denominada acústica na prática, é um Quiz que contém 10 questões relacionadas ao estudo da ondulatória e da acústica, que foi desenvolvido dentro do *Google Forms* e que proporciona a correção imediatamente após seu envio, o que permite uma autoavaliação imediata.

Na última etapa destaca-se o desenvolvimento das respectivas funções, e assim, o aplicativo foi testado e após realizadas as correções necessárias foi disponibilizado em cinco turmas, onde todos os discentes interagiram com o aplicativo. Vale ressaltar que colocamos como pré-aula a visualização dos vídeos, onde observamos o quão facilitador no processo foi esta visualização prévia.

3.3 Orientações gerais para utilização do app

A utilização do aplicativo Mega Acústica pode ser realizada por qualquer pessoa que tenha acesso ao app para *Smartphone*, ou pelo link, ou ainda utilizando o QR Code (acesso livre). Contudo, para sua aplicação junto aos alunos do ensino médio utilizamos uma sequência didática específica que se iniciou após o conteúdo teórico a despeito da Acústica. Nossas aulas foram expositivas, dialógicas e utilizavam gamificação em seu término, momento em que foi realizado um questionamento oral sobre o quanto eles sabiam sobre o sistema auditivo. Como as respostas foram poucas e superficiais, eles foram convidados a aprofundar seus conhecimentos utilizando o aplicativo Mega Acústica através do Mural do Google Sala de Aula, local onde foi postado o link de acesso do aplicativo e as seguintes orientações: (i) para utilizar o aplicativo diretamente pelo celular, deve-se buscar na *Play Store* pelo nome Mega Acústica e baixar o App; (ii) se for utilizar o aplicativo pelo computador, deve utilizar ou o link (https://app.vc/mega_acustica) ou o QR Code; (iii) em qualquer uma das mídias o aplicativo funciona seguindo o mesmo formato. Assim, após um clique na aba desejada passa a ter acesso as suas múltiplas funcionalidades disponíveis, que são apresentas na Figura 1, com as seguintes abas: Aba 1 - Vídeos Mega Acústica; Aba 2 - Acústica Experimental, que contém Simulações do Phet Colorado; Aba 3 - Podcast, com o áudio do vídeo da aba 1; Aba 4 - Acústica na Rede, com vários vídeos sobre acústica; Aba 5 - Quiz Mega Acústica, para realizar um teste

dos conhecimentos após a utilização do App. Assim, ao enviar as respostas o usuário recebe a confirmação do recebimento das respostas e poderá verificar seu rendimento, e verificar as respostas corretas.

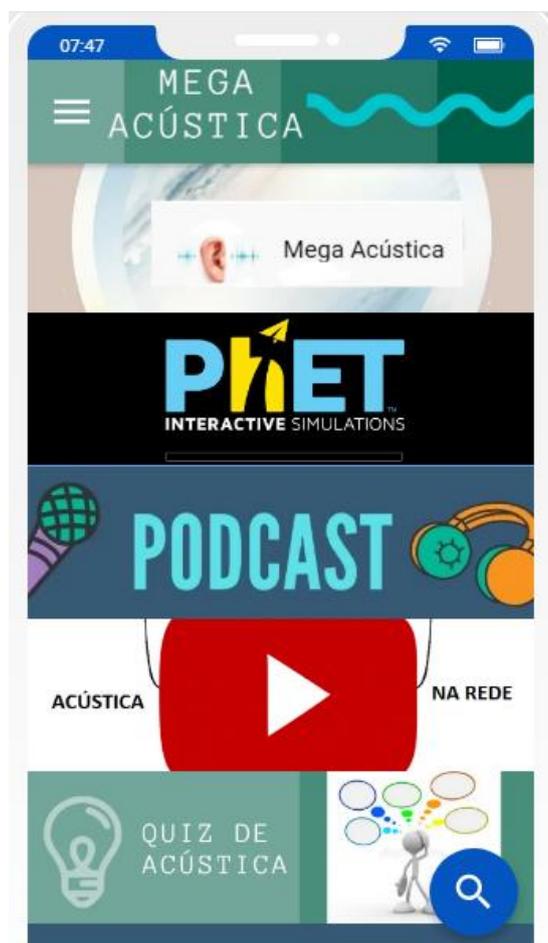


Figura 1 – Abas do aplicativo Mega Acústica. (Fonte: Autores, 2020)

Os alunos receberam o endereço através de *link* e/ou *QR Code*, através da sala virtual do Google Sala de Aula, no início de outubro e tiveram 15 dias para acessar, navegar e responder ao quiz.

Ao longo do referido período nenhum aluno procurou ajuda para resolução de alguma dúvida, o que foi entendido como ponto positivo para o aplicativo, que conseguiu alcançar seu objetivo de informar os princípios da ondulatória, da acústica e do funcionamento do sistema auditivo humano.

4. Resultados e Discussão

Após o período de socialização online do aplicativo, quando os alunos puderam navegar por suas várias abas e ao final responder a um quiz, os resultados deste foram devidamente organizados seguindo sua mesma numeração. Assim, fomos capazes de analisar os dados obtidos e ao mesmo tempo fazer uma análise de cada item, buscando inferir um significado aos mesmos, como apresentado na Figura 2.

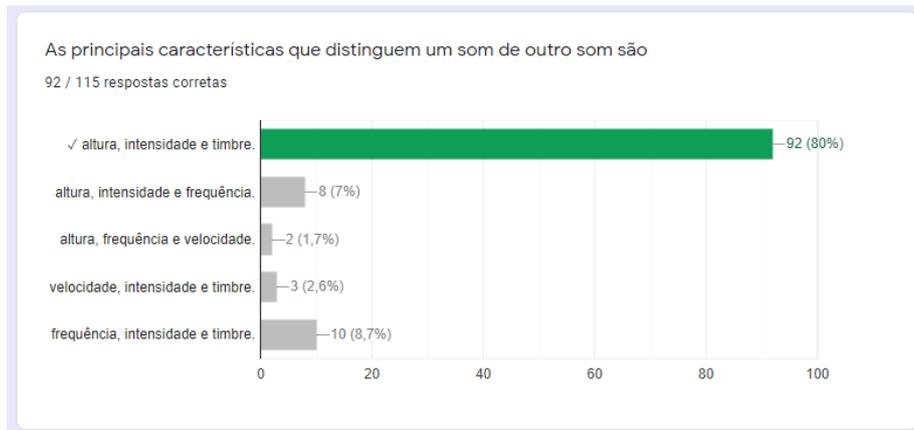


Figura 2 - Características do som. (Fonte: Autores, (2020))

A Figura 2 teve como finalidade verificar se o aluno já reconhece as principais características das ondas sonoras.

Pode-se observar que o total de acertos foi de 80%, o que é muito positivo e demonstra que os alunos que utilizaram o aplicativo já conseguem identificar corretamente as principais características físicas das ondas sonoras. Contudo, observa-se também que 20% ainda apresentam algumas dúvidas.

Na Figura 3 tem-se uma pergunta mais objetiva sobre a função da cóclea, e mais uma vez o resultado é muito bom com 96,5 % de acerto.

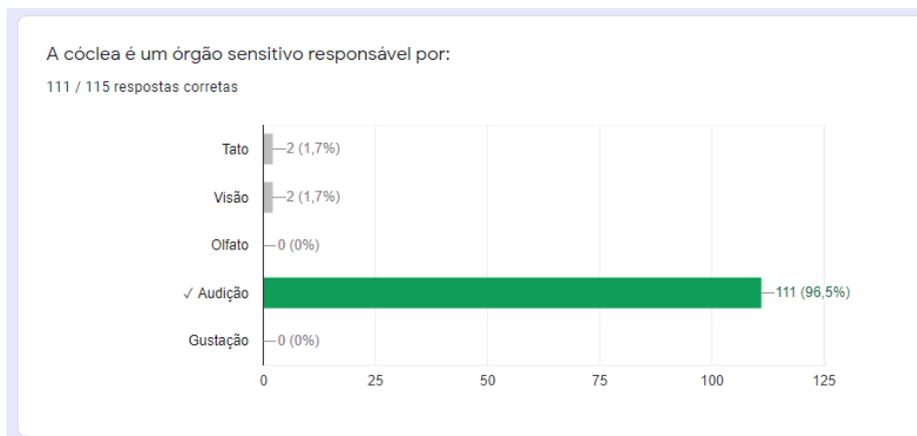


Figura 3 – Questionamento a despeito da Cóclea. (Fonte: Autores, 2020)

A Figura 4 apresenta uma pergunta contextualizada que trata da utilização prática das ondas sonoras para varrer o fundo do mar e ajudar no mapeamento da posição do Titanic, proporcionando dados capazes de reconstruí-lo de forma virtual em 3D. O que pode ser visto no vídeo do Youtube: Drenando o Oceano - Novas descobertas sobre o Titanic – HD, disponível no endereço (<https://www.youtube.com/watch?v=8oiU5YcqS44>).

Pode-se observar na Figura 4 que embora o número de acertos também seja bom, 54,3%, tivemos várias outras alternativas também marcadas, o que nos faz concluir que ainda existem algumas dúvidas sobre o referido tema abordado. Assim, percebe-se que ainda existem dúvidas sobre as aplicações práticas das ondas mecânicas.

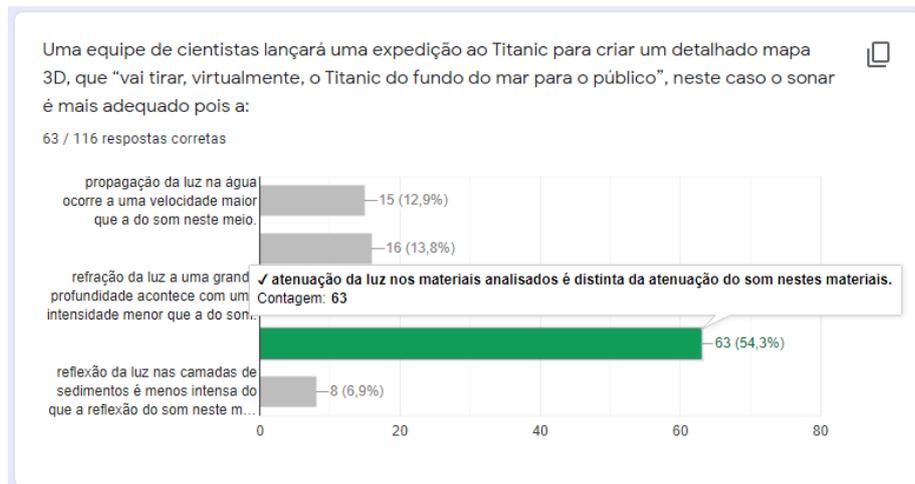


Figura 4 - Aplicação tecnológica das ondas mecânicas. (Fonte: Autores, 2020)

A Figura 5 apresenta a faixa de frequência audível e questiona o motivo de Mariana não poder ouvir o som emitido pelo morcego. O resultado, deixa claro que já existe um entendimento da relação entre a frequência e o comprimento de onda, visto que 50,9% acertaram. Contudo, pode-se perceber que ainda tem um percentual alto de dúvidas sobre o tema ao observarmos nos 21,9% de erro relacionado ao comprimento de onda maior do que ela consegue ouvir. Além disso, pode-se verificar que ainda existem dúvidas relacionadas à velocidade e a amplitude das ondas sonoras.

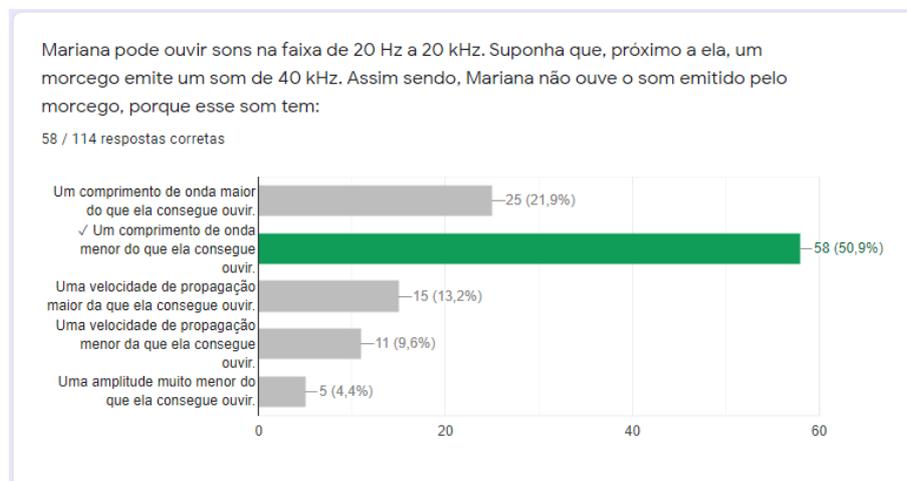


Figura 5 - Frequências de ondas sonoras. (Fonte: Autores, 2020)

Na Figura 6 é solicitado que seja identificada a alternativa que contém a característica correta de uma onda sonora, para verificar o grau de entendimento sobre as mesmas. O resultado de 63,8% de acerto permite inferir que é muito boa a capacidade de identificação das referidas ondas.

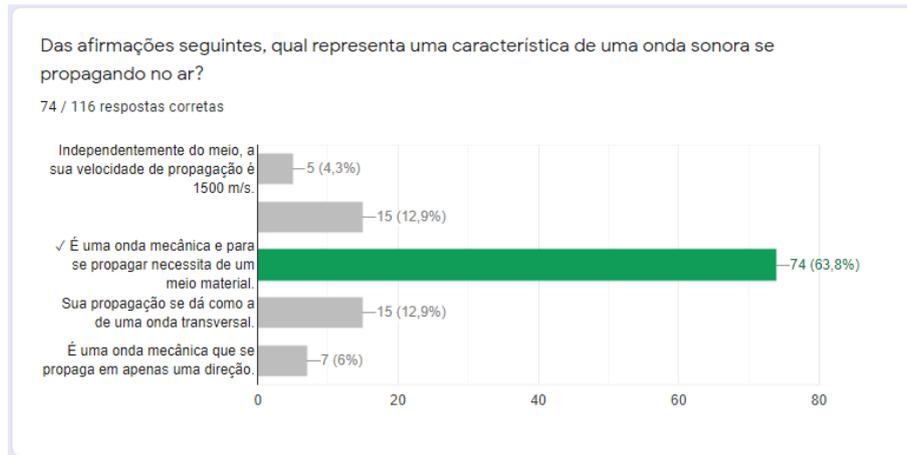


Figura 6 - Características da propagação das ondas sonoras. (Fonte: Autores, 2020)

Na Figura 7, são apresentadas cinco proposições para serem analisadas, em que quatro têm um item incorreto, deixando somente uma completamente correta. Justamente a que trata da propagação do som no vácuo. Este item tem uma característica especial que é verificar se foi possível corrigir a informação incorreta propagada por grandes filmes, que apresentam batalhas espaciais épicas com grandes efeitos de luz e de som, o que contraria os princípios físicos. O resultado de 64,3% de acerto permite inferir que a maioria já entendeu que o som não se propaga no vácuo. Porém, os demais resultados mostram que ainda existe um bom percentual de jovens com dúvidas sobre este tema.

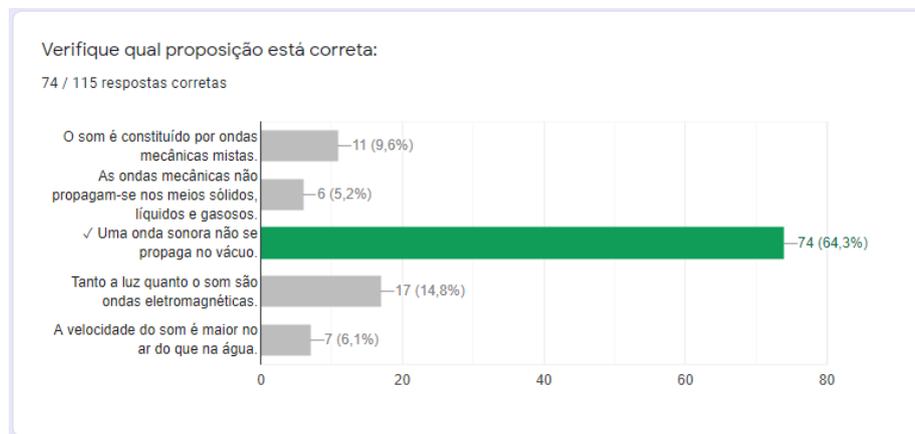


Figura 7 - Características das ondas sonoras. (Fonte: Autores, 2020).

A Figura 8 busca inferir o quanto os discentes já compreendem sobre a diferença entre os sons graves e agudos e qual característica física os diferencia. O número de acertos igual a 86,2% dos participantes deixa claro que este já é um assunto de bom entendimento. Todavia, os 10,3% que marcaram amplitude merecem atenção para que seja realizada a devida adequação do entendimento sobre o assunto.

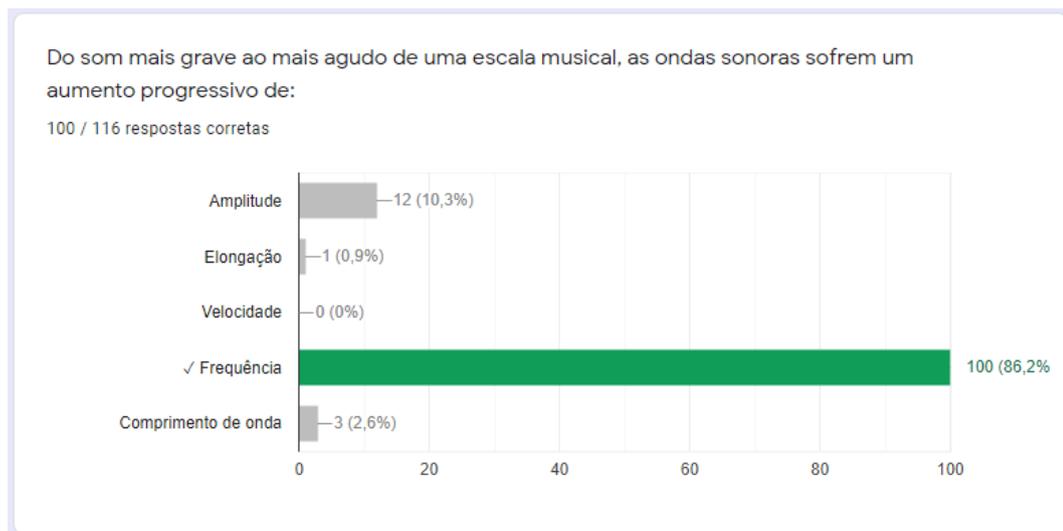


Figura 8 - Frequências das ondas sonoras. (Fonte: Autores, 2020)

Sabe-se que o sistema auditivo humano é muito bem identificado e contém órgãos com funções muito especializadas, é o caso dos órgãos responsáveis pela amplificação das ondas sonoras que chegam ao pavilhão auricular externo e vão para o sistema auditivo interno. A Figura 9, busca verificar se o estudante tem o conhecimento da ordem de propagação do som pelos órgãos do ouvido médio. O que faz com que esta questão tenha um grau médio de dificuldade. Assim, o percentual de acerto de 75,9% foi superior ao esperado, o que demonstra um elevado grau de entendimento.

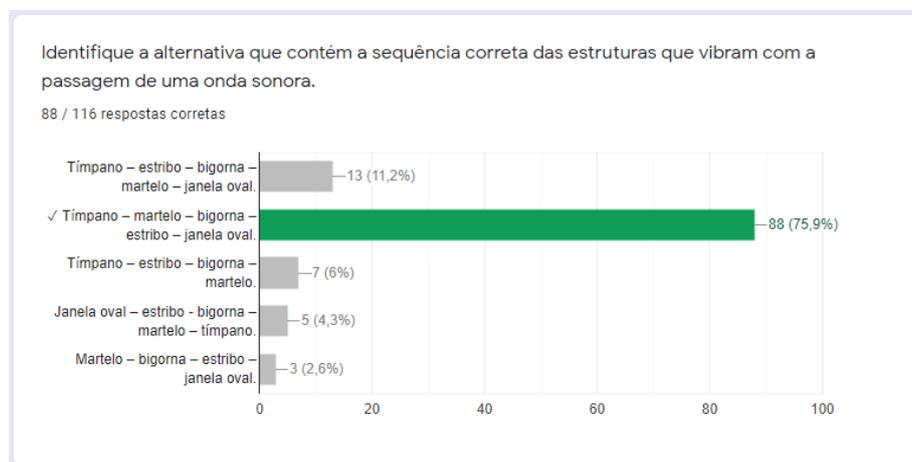


Figura 9 - Estrutura de amplificação do som no ouvido. (Fonte: Autores, 2020)

Na Figura 10 é requerido um pouco mais de entendimento sobre o funcionamento do ouvido interno e por isso esperava-se uma maior pulverização das respostas, contudo o percentual de acerto de 69,6% nos leva a inferir que os materiais de áudio e vídeo disponibilizados no aplicativo cumpriram sua função de informar de forma clara como a audição humana ocorre.

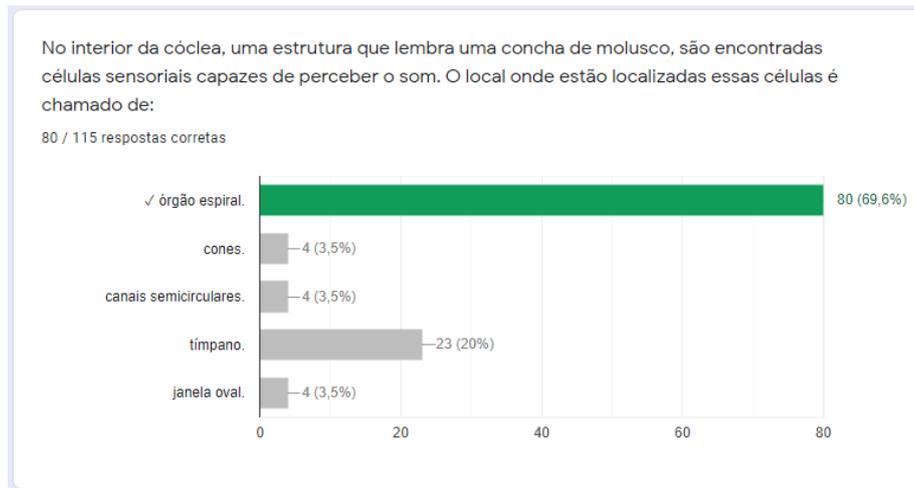


Figura 10 - Estrutura interna da cóclea. (Fonte: Autores, 2020)

Na Figura 11 retoma-se a função dos pequenos ossos do ouvido médio, solicitando a identificação da localização dos mesmos dentro do processo de audição. Tal abordagem busca verificar se os estudantes já construíram uma boa representação mental da referida estrutura e dos referidos ossos no processo auditivo.

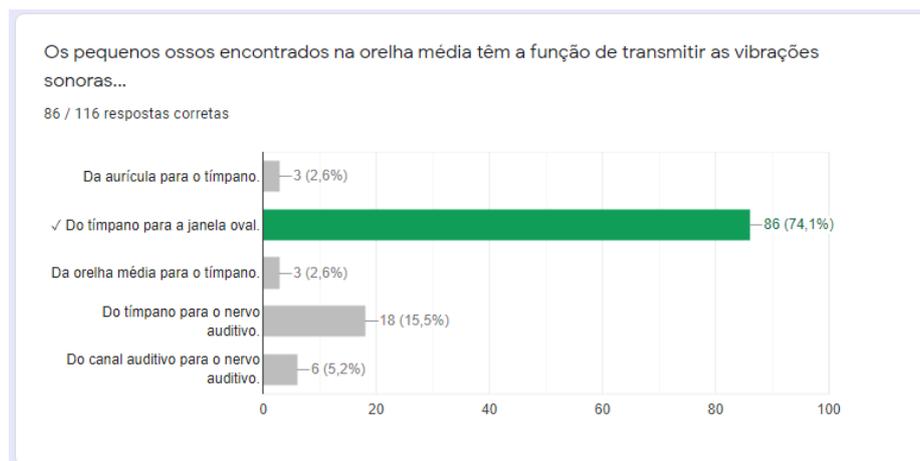


Figura 11 - Função dos ossículos no ouvido médio. (Fonte: Autores, 2020)

Ao final do referido quiz, os alunos foram convidados a deixar sua opinião sobre o aplicativo e como se pode ver na Figura 12, a grande maioria de 60,9% gostou muito enquanto, 33,0% responderam ter gostado parcialmente e apenas 6,1% responderam que não gostaram. Podemos afirmar que tornando nossa aula mais lúdica, a taxa de participação foi acrescida e a receptividade por partes dos discentes foi superior.

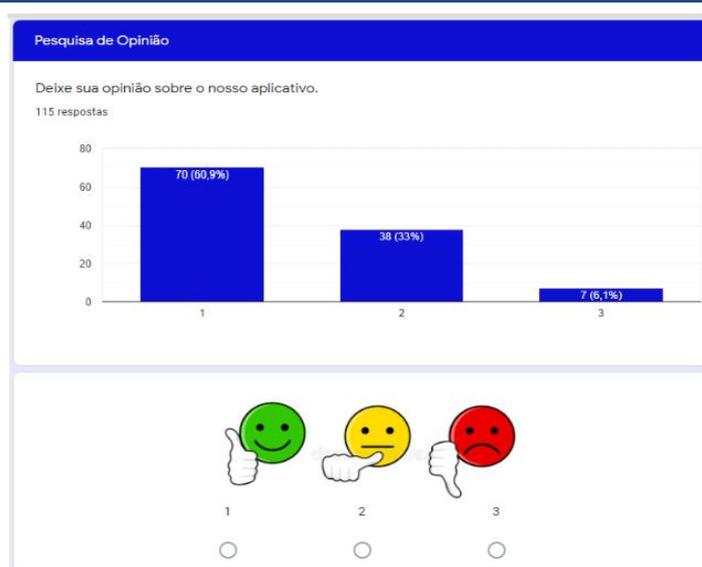


Figura 12 – Pesquisa de opinião sobre o Aplicativo. (Fonte: Autores, 2020)

Após análise das questões apresentadas no aplicativo Mega Acústica observa-se uma média de acerto de 71,5%, o que nos leva a inferir que o aplicativo conseguiu proporcionar um bom grau de aprendizagem.

Dando continuidade, pode-se perceber a aquisição de conhecimentos nas Figuras 2, 3 e 7, que correspondem aos conteúdos de acústica que são solicitados no Exame Nacional do Ensino Médio.

Os pontos relacionados à Figura 4, que apresentou percentual de aproveitamento inferior a 60%, apresentando fragilidade, devem ser revistos, no início do ano letivo de 2021, visando complementar as competências e habilidades naquela área, conforme previsto na Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017).

A pesquisa de opinião demonstrou que os estudantes tiveram uma boa receptividade com a avaliação formativa, ou seja, que foram abordados ao longo das dez questões que julgamos compor o conhecimento necessário a ser solicitado pelo ENEM e que são muito importantes para a vida.

5. Considerações Finais

Este trabalho começou a se desenvolver por acreditar que a audição humana merece um pouco mais de atenção dentro do estudo da acústica, que é ministrada para os alunos do ensino médio. Assim, buscamos produzir um aplicativo que possibilite o acesso às referidas informações. Essa necessidade foi o mote que justificou o estudo dos aspectos do funcionamento do ouvido humano na composição dos múltiplos sons passando a ser o foco do trabalho. Em adição, criar seu próprio aplicativo, aos moldes da realidade da educação em nossa cidade, e aplicar em nosso público alvo ainda não havia sido foco da literatura vigente.

Inicialmente pensamos em desenvolver um aplicativo capaz de simular o funcionamento do ouvido humano. Mas, à medida que fomos nos aprofundando nos estudos observamos que não existia, até a realização deste trabalho, nenhum simulador capaz de realizar tal proeza,

mantendo a fidelidade do funcionamento do sistema auditivo em suas várias fases. Vale ressaltar que foi necessário fazer atualizações do aplicativo (app), ao longo do projeto, de forma a poder mostrar tal funcionamento a partir de uma videoaula e de algumas simulações que foram disponibilizadas através do app.

A mudança realizada a priori, devido às limitações encontradas, não alterou os objetivos específicos de: a partir da contextualização dos conteúdos e suas aplicações buscar melhoria no índice de aprendizagem significativa sobre a acústica; despertar o interesse dos alunos para o funcionamento do sistema auditivo conscientizando-os para os cuidados com a própria saúde e, por fim, trabalhar o tema de interferência de ondas de forma contextualizada.

A pesquisa surgiu da hipótese de que precisamos de novas estratégias para dirimir a desmotivação e conseqüente falta de atenção dos alunos do ensino médio, o que pode ser alcançado através da realização de experimentos virtuais: objetivos, eficientes e rápidos, de preferência acessível em plataforma Android para smartphone. Pois acreditamos que tais meios também são capazes de fomentar no aluno as competências e habilidades propostas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017). Em adição, a experimentação possibilita uma integração maior entre teoria e prática alavancando a reconstrução do conhecimento e aumentando o engajamento discente (LIMBERGER, 2016).

Essa hipótese surgiu a partir do problema observado nas aulas presenciais ministradas de forma tradicional que perderam sua atratividade, levando os alunos à desatenção, conversas paralelas, ficar escutando músicas, jogando ou mesmo dormindo, durante as aulas. Dando continuidade, podemos afirmar que estes comportamentos podem parecer indisciplina, mas na realidade é o resultado do tédio causado pelo descompasso de suas mentes e a dinâmica das escolas e conseqüentemente, das aulas.

Após o desenvolvimento do app, e de sua aplicação junto aos alunos do ensino médio, os dados coletados foram analisados e seus resultados demonstraram que a hipótese estava correta, pois o aplicativo obteve uma boa participação, visto que foi disponibilizado como um instrumento a mais para a aprendizagem.

Para a fase de teste foram disponibilizados para os alunos do 3º ano do ensino médio, como parte das aulas de acústica, que infelizmente atrasou devido a pandemia de Covid.

Pode-se observar que este trabalho utilizou a metodologia quanti-qualitativa, e que a avaliação do seu grau de eficácia ocorreu a partir da análise dos resultados dos questionários respondidos pelos alunos.

Por fim, salientamos que este trabalho foi, desde o princípio, um grande desafio e com a pandemia de Covid, tivemos dúvidas sobre sua aplicabilidade. Contudo, a partir da realização das aulas online a proposta mostrou-se mais que adequada, pois os alunos puderam acessar a plataforma sem maiores problemas. Atualmente o aplicativo, totalmente gratuito, está funcionando online e ao seu final temos o quiz, que funciona como uma autoavaliação que estimula facilita o processo ensino-aprendizagem.

6. Referências

- BBC. **O que é a geração alfa, a 1ª a ser 100% digital.** Disponível em <<https://g1.globo.com/economia/tecnologia/noticia/2019/05/29/o-que-e-a-geracao-alfa-a-1a-a-ser-100-digital.ghtml>> Acesso em maio de 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: MEC/SEB, 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br>>. Acesso em: 15/12/2022.
- CAVALCANTE, Zedequias Vieira; SILVA, Mauro Luis Siqueira da. **A importância da revolução industrial no mundo da tecnologia.** Anais Eletrônico VII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica. CESUMAR – Centro Universitário de Maringá. Ed. CESUMAR. Maringá, Paraná, Brasil. De 25 a 28 de outubro 2011. Disponível em: <https://www.unicesumar.edu.br/epcc-2011/wp-content/uploads/sites/86/2016/07/zedequias_vieira_cavalcante2.pdf> Acesso em 16 de julho de 2021.
- FERREIRA, W. S.; M C B Filho; S. R. B. Ferreira. **Gamification Applied to the Physics Teaching.** International Journal of Learning, Teaching and Innovation, v. 5, p. 318-321, 2019.
- IHU On-Line. **Cinco gerações contemporâneas.** Revista do Instituto Humanista Unisinos. Nº 361, Ano X, 16/05/2011.
- GUEDES, S. G. A.; MARRANGHELLO, G. F.; KIMURA, R. K. **Aprendizagem baseada em equipes e jogos educacionais: integrando a Física e Química através da Astronomia.** ENCITEC, Santo Ângelo, vol. 10, n.3, p.115-137, set./dez. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.31512/encitec.v10i3.3518>.
- LIMBERGER, K. M.; BRANDOLT, T. D. D.; BERTOGLIO, D. S. **As funções da experimentação no ensino de Ciências e Matemática.** ENCITEC, Santo Ângelo, vol. 6, n.2, p.54 - 64, jul./dez. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.20912/2237-4450/v6i2.1317>.
- MEYER, Maximiliano. **Quais as diferenças entre as gerações X, Y e Z e como administrar os conflitos?** OficinadaNet.com.br. Publicada em 16/10/2014, Atualização: 01/07/2019. Disponível em <<https://www.oficinadanet.com.br/post/13498-quais-as-diferencas-entre-as-geracoes-x-y-e-z-e-como-administrar-os-conflitos>> Acesso em maio de 2021.
- NONATO, Marcos Daniel de Arruda. **World wide web: saiba mais.** Tefé, AM. 2015.
- PINTO, Gustavo Mayer; FILHO, Nestor Cortez Saavedra. **Contribuições para o ensino de física nos anos finais do ensino fundamental por meio da produção colaborativa de animações.** Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 15, p. 1-20, 2022. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/14039>. Acesso em 12 de julho de 2022.
- RODRIGUES, Erica da Silveira; SANTANA, Joseane Monteiro de; SANTOS, Vanuzia Correa dos. **O resgate das brincadeiras populares na educação infantil.** Disponível em: https://portal.fslf.edu.br/wp-content/uploads/2016/12/TCC_rica_Joseane_e_Vanuzia.pdf. Acesso em 08 de setembro de 2021.

SANTOS, Airles Almeida dos. **Mudanças que o século XX experimentou no que diz respeito ao comportamento.** Webartigos Publicado em 27 de March de 2015. Disponível em <<https://www.webartigos.com/artigos/mudancas-que-o-seculo-xx-experimentou-no-que-diz-respeito-ao-comportamento/130783/>> Acesso em março de 2020.

SILVA, Janaína Mendes Pereira da; NOGUEIRA, Cleia Alves; NEVES, Regina da Silva Pina; SILVA, Paulo Cesar Bernardo. **A utilização do scratch como ferramenta pedagógica de quem ensinará matemática.** Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 15, p. 1-20, 2022. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/9614>. Acesso em 13 de julho de 2022.

SOUSA, Rafaela. **Segunda Revolução Industrial;** Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/historiag/segunda-revolucao-industrial.htm>. Acesso em 16 de julho de 2021.