



MNPEF Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

FRANCISCO DAS CHAGAS SOARES

**UM APLICATIVO ANDROID COMO RECURSO DIDÁTICO PARA ENSINO E
APRENDIZAGEM DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS**

TERESINA

2018

FRANCISCO DAS CHAGAS SOARES

**UM APLICATIVO ANDROID COMO RECURSO DIDÁTICO PARA ENSINO E
APRENDIZAGEM DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS**

Dissertação apresentada ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física do Programa de Pós-Graduação em Física do Centro de Ciências da Natureza da Universidade Federal do Piauí, como requisito para obtenção do título de mestre em Ensino de Física. Área de Concentração: Processos de Ensino e Aprendizagem e Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Física, sob orientação do Professor Dr. Marcos Antônio Tavares Lira.

TERESINA

2018

FRANCISCO DAS CHAGAS SOARES

**UM APLICATIVO ANDROID COMO RECURSO DIDÁTICO PARA ENSINO E
APRENDIZAGEM DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS**

Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Tavares Lira.

Teresina, 20 de dezembro de 2018.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Marcos Antônio Tavares Lira.

Orientador – UFPI

Prof. Dr. Albemerc Moura, de Moraes

Examinador Externo - FAPEPI

Prof. Dr. Renato Germano Reis Nunes

Examinador Interno - UFPI

Prof. Dr. Ildemir Ferreira dos Santos

Examinador Interno - UFPI

Dedico este trabalho, primeiramente a Deus por sentir sua presença em todos os momentos da minha vida, me dando forças e motivos para continuar lutando. Em segundo lugar, a meus familiares e amigos, que também estão sempre presentes, motivando e acreditando em minha capacidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Geração de uma onda eletromagnética.	19
Figura 2- Espectro Eletromagnético.	20
Figura 3- Secador de mãos acionado por infravermelho	24
Figura 4- Código para a formação de um layout.	36
Figura 5- Tela inicial do aplicativo.....	37
Figura 6- Tela do menu ondas em geral.	38
Figura 7- Modelo de questão no aplicativo.	39
Figura 8- Resposta correta no aplicativo.	40
Figura 9- Ajuda para resolução de questões.	41
Figura 10- Tela de resumo das ondas eletromagnéticas.	42
Figura 11- Questão relacionada às ondas eletromagnéticas.	43
Figura 12- Comportamento da primeira turma antes e após a aplicação do produto educacional.	46
Figura 13- Distribuição t de Student bilateral.	48
Figura 14- Comportamento da segunda turma antes e após a aplicação do produto educacional.	50
Figura 15- Comportamento da terceira turma antes e após a aplicação do produto educacional.	52
Figura 16- Notas por grupo antes e depois.	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Desempenho de alunos da primeira turma.	45
Tabela 2. Valores do teste t bicaudal.....	47
Tabela 3: Teste de significância dos resultados da primeira turma.	49
Tabela 4: Desempenho de alunos da segunda turma.	50
Tabela 5: Teste de significância dos resultados da segunda turma.	51
Tabela 6: Desempenho de alunos da terceira turma.	52
Tabela 7: Teste de significância dos resultados da terceira turma.	53

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	TEORIA SÓCIO-HISTÓRICA-CULTURAL DA APRENDIZAGEM	15
2.1	Mediação	16
2.2	Aprendizagem e desenvolvimento	17
3	ONDAS ELETROMAGNÉTICAS	18
3.1	Ondas de Rádio	20
3.2	Micro-ondas	21
3.3	Raios X	22
3.4	Infravermelho	23
3.5	Wireless	25
3.6	Exposição Prolongada à Radiação Eletromagnética	26
4	SISTEMA OPERACIONAL ANDROID	28
4.1	O Android na Educação	29
5	METODOLOGIA	31
5.1	Desenvolvimento do aplicativo Eletromagnetinterativo	34
5.2	Descrição do aplicativo	37
5.2.1	Ondulatória	37
5.2.2	Ondas eletromagnéticas	41
6	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	45
7	CONCLUSÕES	55
	REFERÊNCIAS	57
	APÊNDICE	61
	Apêndice A- Produto Educacional	61

Introdução	61
Teoria Sócio-histórica-cultural da Aprendizagem	63
Mediação	64
Aprendizagem e desenvolvimento	65
Ondas Eletromagnéticas	65
Ondas de Rádio	68
Micro-ondas	69
Raios X	69
Infravermelho	70
Wireless	72
Exposição Prolongada à Radiação Eletromagnética	73
Metodologia	74
Conhecendo o aplicativo	74
Guia de utilização do produto educacional com orientações do professor.	77
Conclusões	90
Apêndice B - Questões aplicadas como pré-teste	91
Apêndice C Questões aplicadas como pós-teste	93
Apêndice D - Provas respondidas pelos alunos	95
Apêndice E – Trabalhos aprovados para apresentação, aparentados e/ou publicados durante o curso de mestrado.	99

RESUMO

Esse trabalho tem como objetivo desenvolver um aplicativo para dispositivos móveis com o sistema operacional Android. Essa pesquisa partiu da seguinte questão: quais as contribuições do uso do aplicativo Android para melhoria do ensino e do aprendizado dos conteúdos relacionados ao eletromagnetismo? A pesquisa foi fundamentada na teoria de Lev Vygotsky, em especial a mediação. A construção do aplicativo foi realizada a partir de algumas plataformas gratuitas, disponibilizadas pela empresa Google. Após várias tentativas de construção do Aplicativo em algumas plataformas como Fábrica de aplicativos e Thunkable, que são plataformas de construção de aplicativos sem a necessidade de conhecer programação, foi utilizado o programa Android Studio, que atualmente é a plataforma oficial do Google para esse fim. Após a conclusão da elaboração do aplicativo, procedeu-se com a aplicação do mesmo na escola estadual C.E. Maria Conceição Teófilo Silva, localizada na cidade de Timon, no estado do Maranhão, onde os alunos responderam a perguntas referentes ao aplicativo Eletromagnetinterativo na forma de questionário. O público alvo da pesquisa foram alunos da terceira série do ensino médio regular, no ano de 2018. Como resultados, obteve-se uma evolução do estado inicial dos alunos para o estado após os alunos conhecerem o aplicativo, sendo que na primeira turma onde a pesquisa foi realizada, a média dos grupos que responderam às listas de exercícios passou de 7,33 para 9,56, já a segunda turma, a média de acertos passou de 5,56 para 7,11 e na terceira turma, a média de acertos passou de 5,25 para 8,75, mostrando que em todas as turmas houve uma melhoria no entendimento dos conceitos apresentados no produto educacional.

Palavras-chave: Ondas Eletromagnéticas. Ensino de Física. Tecnologias Educacionais.

ABSTRACT

This work aims to develop an application for mobile devices with the Android operating system. This research started with the following question: what contributions do the use of the Android application to improve the teaching and learning of electromagnetism related content? The research was founded on Lev Vygotsky's theory, especially mediation. The construction of the application was made from some free platforms, made available by Google. After several attempts to build the App on some platforms such as Application Factory and Thinkable, which are platforms for building applications without the need to know programming, we used the program Android Studio, which is currently the official platform of Google for this purpose. After completing the elaboration of the application, the application was made at the state school CE Maria Conceição Teófilo Silva, located in the city of Timon, in the state of Maranhão, where the students answered questions regarding the application Electromagnetinterativo in the form of a questionnaire. The target audience of the research were students of the third grade of regular high school, in the year 2018. As results, an evolution of the initial state of the students to the state was obtained after the students knew the application, being that in the first group where the mean age of the groups that responded to the exercise lists increased from 7.33 to 9.56, the second group, the average of hits went from 5.56 to 7.11, and in the third group, the average of correctness increased from 5.25 to 8.75, showing that in all classes there was an improvement in the understanding of the concepts presented in the educational product.

Keywords: Electromagnetic waves. Teaching Physics. Educational Technologies.

1 INTRODUÇÃO

Frequentemente, os estudantes de Física no ensino médio, apresentam bastante dificuldades para entender e realizar interpretações de algumas grandezas que são de fundamental importância para o aprendizado da disciplina ao longo do ano letivo, devido a vários fatores, entre eles o baixo conhecimento em matemática. Entre as principais dificuldades estão operações matemáticas básicas, interpretar tabelas e gráficos e analisar o sinal de uma função polinomial.

As dificuldades apresentadas por boa parte dos alunos que possuem problemas de aprendizagem na disciplina normalmente não são causadas por deficiência mental, visual ou auditiva nem por falta ou inadequação de escolaridade, haja vista que só são classificadas assim quando os alunos não conseguem bons rendimentos escolares ou em suas vidas cotidianas (GARCIA, 1998, p. 211).

A linguagem matemática utilizada pela Física, muitas vezes, faz com que a maioria dos alunos quando inicia o estudo da Física, seja no ensino fundamental ou no ensino médio, veja a disciplina como uma barreira. Isso porque esses alunos apresentam várias dificuldades para compreender a Matemática.

A falta de conhecimentos gerais do aluno da escola pública é motivo de preocupação dos professores de Física, especialmente a falta de base em Matemática. Esses alunos mencionam também a deficiência que possuem no que diz respeito à leitura e compreensão dos enunciados dos problemas e a dificuldade para solucioná-los (REZENDE; OSTERMANT, 2005).

São vários os aspectos que reforçam a ideia de que a forma como se ensina a Física atualmente nas escolas, não traz influências significativas para a formação cultural do aluno, nem contribui de forma satisfatória para que ele aprenda conceitos e leis, fundamentais para o desenvolvimento do raciocínio na solução de problemas de Física ou da vida cotidiana (ALMEIDA, 1992).

O que se percebe é que a disciplina de Física apresenta altos índices de reprovação, poucos alunos aprovados nas escolas manifestam algum conhecimento na disciplina, além dela ser responsável por boa parte da evasão escolar. Esses fatores parecem reforçar a ideia de que a Física, para boa parte dos alunos, provoca sentimentos de incapacidade de alcançar o conhecimento elaborado por estudiosos dessa disciplina. (ALMEIDA, 1992).

Além do problema relacionado às dificuldades de aprendizagem que os alunos encontram na disciplina Matemática e dificuldades para interpretar o que está lendo, o ensino de física é visto com receio pelos alunos também porque os conteúdos por eles estudados, nos níveis fundamental e médio, despertam pouco sua atenção. Por exemplo, na primeira série do ensino médio o professor passa metade do ano trabalhando conceitos de cinemática escalar. Quando o professor vai responder uma questão para mostrar uma aplicação do conteúdo, essa questão muitas vezes é sem contexto por conta de os livros didáticos não apresentarem mudanças significativas de uma edição para outra. Os alunos em sua maioria querem explicações para fenômenos que eles veem em seu cotidiano.

No caso específico da escola pública, a carga horária é muito pequena e normalmente o professor não consegue avançar com o conteúdo ao longo do ano letivo, dessa forma, acaba não ministrando os conteúdos que talvez despertasse mais interesse para os alunos, por ser uma forma mais completa de tratar os fenômenos explicados pela Física.

Uma das formas de despertar a atenção dos alunos para as diversas formas de conhecimento presentes na Física, é ensiná-la ao mesmo tempo em que faz com que os alunos percebam que essa ciência tem ligação com muitas tecnologias utilizadas diariamente pelos próprios alunos e também por outras pessoas. Quando se está ministrando um conteúdo e imediatamente após ou paralelo à explicação o aluno se depara com uma aplicação tecnológica daquele conteúdo, esse aluno normalmente demonstra mais interesse em aprender esse conteúdo (KENSKI, 2015).

Tratando de ondas eletromagnéticas, atualmente se tem a TV aberta que está passando por modificações no tipo de sinal utilizado para sua transmissão. A TV deixará de ser transmitida com sinal analógico e passará a ser transmitida somente com sinal digital. Para esse novo modelo de transmissão o governo está constantemente fazendo chamados e fornecendo KITS de conversão para a população de baixa renda para que essas pessoas não fiquem sem receber o sinal de TV em suas residências. Esse assunto chama à atenção dos estudantes quando se inicia o capítulo referido nas aulas na terceira série do ensino médio, surgindo perguntas como: que melhorias de fato teremos com essa mudança? O que poderemos fazer com o aparelho de TV que temos em casa? Quais vantagens esse tipo de sinal oferece, distinguindo-o do analógico? Quem é favorecido com isso? Dessa forma os alunos participam das aulas e procuram conhecer melhor o conteúdo para posteriormente dá suas contribuições acerca do assunto.

Nessa perspectiva, nesse trabalho procurou-se trabalhar a tecnologia voltada para o ensino e a aprendizagem tomando como referência os PCN+ para o ensino de Física no Ensino Médio, que diz que a disciplina Física deve apresentar competências que permitam ao aluno compreender fenômenos naturais e tecnológicos presentes tanto no universo distante como também no cotidiano desse aluno a partir de princípios, leis e modelos por ela estabelecidos. Assim, introduzem-se conceitos, terminologias e muitas vezes tabelas e gráficos, além da linguagem matemática. Não se pode esquecer que a Física foi construída com o desenvolvimento da história humana, resultando de contribuições culturais econômicas e sociais que resultam no desenvolvimento de várias tecnologias (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2000).

Assim, procurando amenizar essas dificuldades, nesse trabalho procurou-se fazer com que o aluno ao mesmo tempo em que está estudando um determinado conteúdo, já possa ver a aplicabilidade desse conteúdo e também fazer uso desta aplicação.

Diante das dificuldades enfrentadas pelos professores e alunos no ensino Médio, essa pesquisa visa responder o seguinte questionamento: quais as contribuições do uso do aplicativo Android para melhoria do ensino e do aprendizado dos conteúdos relacionados ao eletromagnetismo?

Nessa perspectiva, procurando responder à questão a pergunta do problema da pesquisa, objetivo principal desta pesquisa é desenvolver um aplicativo para a plataforma Android com a finalidade de atrair a atenção de alunos para que esses possam ser mais participativos nas aulas de Física e assim tenham maior compreensão dos conteúdos de eletromagnetismo. Dessa forma, destacam-se os seguintes objetivos específicos: verificar o nível de conhecimento dos alunos acerca dos conceitos de eletromagnetismo, facilitar a compreensão de movimentos ondulatórios, dando ênfase às ondas eletromagnéticas como ondas de rádio, Bluetooth e wireless e verificar se a utilização do aplicativo influencia no desempenho dos alunos na disciplina.

O tema deste trabalho é o eletromagnetismo, destacando as ondas eletromagnéticas, onde serão abordadas mais especificamente as ondas responsáveis pela transmissão de dados sem fio. Aqui foi desenvolvido um aplicativo para smartphones e tablets que utilizam o sistema operacional Android, com uma descrição sobre essas ondas, explicando suas funcionalidades e aplicações, riscos de uma exposição prolongada e como se utiliza é realizada a transmissão de dados sem fio, ação que boa parte de usuários de smartphones realizam frequentemente e isso desperta a curiosidade de muitos estudantes.

Essa questão foi respondida no decorrer desse trabalho, com a utilização do aplicativo que será disponibilizado gratuitamente na loja de aplicativos do Google, disponível para aparelhos com o sistema operacional Android.

A escolha desse tema se justifica porque atualmente os alunos em sua maioria jovens e adolescentes estão a cada dia mais conectados com as tecnologias entre elas o computador, o tablet e o telefone celular, o celular é inseparável, sendo motivo de constantes discussões sobre seu uso durante as aulas. Um dos motivos para a indicação do aplicativo para este trabalho é que existem alguns aplicativos disponíveis para o sistema operacional Android, porém há limitações de conteúdo e exercícios, os aplicativos disponibilizam uma amostra de uma parte do conteúdo e exercícios. Se o aluno quiser um conteúdo ou exercícios mais aprofundados tem que optar pelo aplicativo pago. A proposta deste trabalho é o desenvolvimento de um aplicativo com conteúdo completo e totalmente gratuito relacionado às ondas eletromagnéticas para ser acessado em dispositivos Android sem a necessidade de estar online.

A estrutura da dissertação está dividida em seções, sendo a primeira a introdução, onde estão presentes algumas das situações vivenciadas por boa parte dos professores de Física, seja no ensino público ou privado, seguido do objeto de estudo, problema da pesquisa e os objetivos geral e específicos. A segunda seção apresenta a teoria da aprendizagem na qual a pesquisa é embasada, na terceira seção é apresentada a teoria Física utilizada no produto educacional. A quarta seção apresenta um estudo sobre o sistema operacional Android. Na quinta seção tem-se a metodologia, onde se tem todo o percurso seguido para o desenvolvimento e posterior aplicação aplicativo desenvolvido nessa pesquisa. Na sexta seção tem-se a análise dos resultados, onde se faz uma apresentação dos dados coletados na pesquisa e uma comparação com a teoria da aprendizagem adotada no trabalho para mostrar que a utilização do produto educacional melhorou a compreensão dos alunos a respeito dos conceitos relacionados às ondas eletromagnéticas. Na sétima seção têm-se as conclusões referentes à pesquisa. Finalizando têm-se as referências e os apêndices, onde está presente uma descrição do aplicativo desenvolvido como produto educacional do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

2 TEORIA SÓCIO-HISTÓRICA-CULTURAL DA APRENDIZAGEM

Lev Semenovich Vygotsky foi um psicólogo bielo-russo, conhecido no ocidente após sua morte, aos 38 anos, em 1934. Um importante pesquisador, sendo precursor na noção de que o desenvolvimento intelectual das crianças se dar com as interações sociais que elas têm com outras crianças, com adultos e com o meio onde vivem (BESSA, 2008).

A ideia central da teoria de Vygotsky é a de atividade. É essa atividade, a responsável pela construção da estrutura funcional da consciência. A estrutura da consciência é formada pelos instrumentos e signos. Uma atividade importante para a construção da consciência humana, é uma atividade que seja mediada, utilizando para isso, instrumentos e signos (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011).

Vigotski, Luria e Leontiev (2010), defendem que o desenvolvimento humano se dá quando se consegue interiorizar os instrumentos e os signos. Citando como exemplo um objeto do dia-a-dia de uma criança, uma cadeira (instrumento), o objeto cadeira foi desenvolvido pelo homem ao longo de sua história, sendo utilizado para se sentar. Essa característica de construir objetos e guarda-los para uso futuro é típica do ser humano, isso é passado para outras gerações através da interação entre os mais jovens e os mais idosos.

Já o signo é uma característica psicológica que se destina ao próprio sujeito, para o controle das ações psicológicas. Ele possibilita uma ação psicológica mais complexa, tornando assim, maior o controle sobre a ação motora e o comportamento. O signo transforma-se em processo interno, propiciando o desenvolvimento de sistemas simbólicos, e estruturas mais complexas (BESSA, 2008).

Alguns processos elementares (como os reflexos) têm origem biológica e formam a base das funções superiores e conscientes como o pensamento, a linguagem, e a formação de conceitos, que têm de origem sociocultural. É Através da atividade que os processos psicológicos superiores se desenvolvem. A organização funcional proposta por Vygotsky, trata-se de um modelo de arquitetura variável, cuja forma está definida na interação e na cultura (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011).

A zona de desenvolvimento proximal (ZDP), apresenta-se como o conceito que mais repercute na teoria de Vygotsky. A zona de desenvolvimento proximal é uma diferenciação (desnível) entre o real entendimento apresentado pelo aluno acerca de determinado assunto e o que ela tem capacidade para entender. O aluno alcança sua capacidade de entendimento a

respeito de determinado assunto com o auxílio de um adulto ou de um professor. O professor ou outra pessoa atua mediando o processo de aprendizagem do aluno, fazendo com que ele supere a ZDP (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011).

O ponto mais importante do conceito de ZDP é a forma como se trata o aprendizado e o desenvolvimento. Assim, Vygotsky avalia como ineficaz um aprendizado que seja direcionado para níveis de desenvolvimento que foram atingidos (VIGOTSKI; LURIA; LEONTIEV, 2010).

Para superar a ZDP, não se parte para outra fase no processo do desenvolvimento, mas procura-se formas de se atingir esse desenvolvimento ideal para o aluno (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011).

Para Vygotsky:

...o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer. Assim, o aprendizado é um aspecto necessário e universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas e especificamente humanas (VYGOTSKI, 1991, p. 64).

O professor tem importância nas interações sociais do estudante, sendo mediador dessas interações. Para ser mediador nesse processo, o professor usa uma linguagem adequada ao nível do estudante. Essa linguagem é importante, pois usa um conjunto de signos e instrumentos para que seja possível o entendimento do processo ensino e aprendizagem. Assim para Vygotsky, o principal objetivo da educação é o desenvolvimento cultural da consciência (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011).

Para Vygotsky, o homem adquire conhecimento a partir de interações com o meio físico e social. Ele entende que os processos mentais se desenvolvem com a internalização de culturas e comportamentos, não sendo originadas automaticamente ou biologicamente. Vygotsky defende que a interação do homem com o meio sociocultural, desenvolve as características tipicamente humanas, diferenciando-o de outros animais (BESSA, 2008).

2.1 Mediação

Na teoria de Vygotsky, apesar de terem suporte biológico, as funções psicológicas são fundamentadas em relações do indivíduo com a sociedade. Dessa forma, para a construção da natureza humana, a cultura apresenta uma importante parte para a transformação do animal homem em um ser sócio histórico (BESSA, 2008).

A relação do homem com o mundo é mediada por sistemas de símbolos que fazem com que o indivíduo tenha compreensão do mundo e de si próprio, como integrante da sociedade. Esses elementos mediadores atuam no desenvolvimento humano, tornando as relações com o meio social mais complexas (BESSA, 2008).

2.2 Aprendizagem e desenvolvimento

Tendo atenção ao aprendizado, Vygotsky considera que esse processo está relacionado a processos de desenvolvimento que têm base na cultura, concluindo assim que o aprendizado está relacionado a aspectos humanos das funções psicológicas (COELHO, 2018).

A aprendizagem se dá pelo surgimento de processos de desenvolvimento no interior do indivíduo, processos esses que não aconteceriam sem uma vivência com o ambiente sociocultural (BESSA, 2008).

A teoria de Vygotsky tem suporte no processo sócio histórico, dessa forma a relação entre o indivíduo que aprende e o indivíduo que ensina é fundamental para o aprendizado. A falta de condições favoráveis para o aprendizado compromete o desenvolvimento. Assim, para que se tenha aprendizado, o indivíduo deve ter uma relação com o ambiente sócio-histórico-cultural onde vive, desencadeando processos internos de desenvolvimento (BESSA, 2008; COELHO, 2018).

Para a teoria de Vygotsky, os outros indivíduos da sociedade têm importância relevante quando se leva em consideração a ZDP. Essa importância é notável quando a interação de um indivíduo com outro que apresente um nível de conhecimento mais elevado, faz com que se alcance o nível de conhecimento desejado para esse indivíduo (BESSA, 2008).

3 ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

As ondas eletromagnéticas tiveram início no século XIX, onde foram previstas teoricamente por J. C. Maxwell e mais tarde foram confirmadas em experiências realizadas por H. R. Hertz. No entanto, Guglielmo Marconi foi quem primeiro fez uso das descobertas de Hertz (as ondas hertzianas) para o envio de mensagens através do espaço, sem a utilização de fios (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

James Clerk Maxwell uniu as duas teorias sobre eletricidade e magnetismo existentes na época, entre 1864 e 1865, dando origem ao eletromagnetismo. Essa nova teoria é composta por um conjunto de equações conhecidas como equações de Maxwell. O trabalho desse pesquisador teve tanta importância que foi comparado à formulação das leis de Newton para a mecânica (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

As equações apresentadas por Maxwell, abrangem as leis da teoria elétrica e da teoria magnética, mas além disso, previam a existência de ondas que se deslocariam no vácuo com velocidade de $3 \cdot 10^8$ km/s. Essas ondas hoje são conhecidas como ondas eletromagnéticas, tendo a comprovação através de experimentos realizados por Heinrich Rudolf Hertz em 1887, onde utilizou uma fonte de frequência conhecida para produzir as ondas eletromagnéticas estacionárias (YOUNG; FREEDMAN, 2009).

Em seu experimento, Hertz partiu da medida do comprimento de onda. A partir do valor encontrado e considerando que a frequência da onda seria igual à frequência da fonte que a originou, Hertz fez uso da equação fundamental da ondulatória (1), verificando assim, que a velocidade da onda era igual à velocidade conhecida na época, para a luz.

$$v = \lambda * f \quad (1)$$

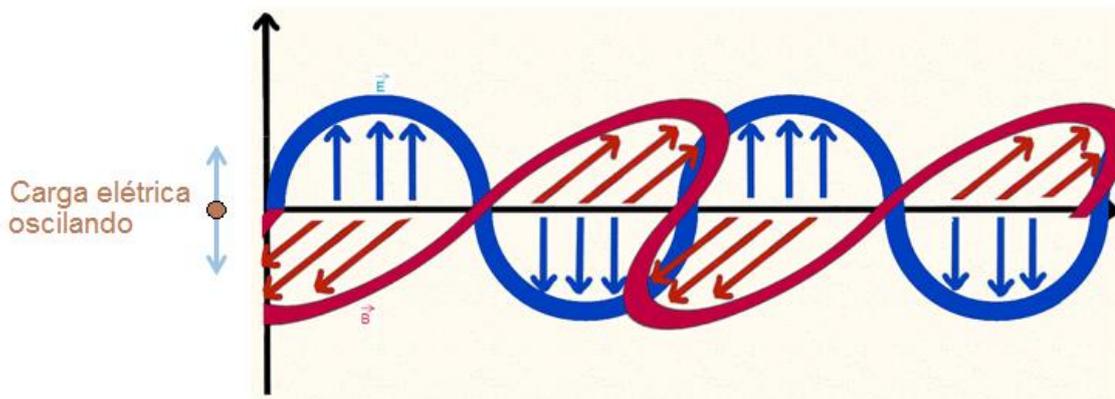
No sistema internacional de unidades (SI), a unidade de medida para a frequência é o ciclo por segundo ou o inverso do segundo (s^{-1}), denominado **hertz** (Hz). Essa unidade leva o nome do cientista em reconhecimento ao trabalho realizado por Hertz (YOUNG; FREEDMAN, 2009).

Em meados do século XIX, época em que vivia Maxwell, só se conhecia como ondas eletromagnéticas a radiação infravermelha, a luz visível e a radiação ultravioleta. Tendo como ponto de partida as previsões da existência das ondas eletromagnéticas, H. R. Hertz chegou à descoberta das ondas que hoje são as conhecidas ondas de rádio. Após a descoberta

dessas ondas, Hertz observou que elas apresentavam a mesma velocidade da luz visível (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

As ondas eletromagnéticas são obtidas pela oscilação de dois campos, um campo elétrico (\vec{E}) perpendicular a um campo magnético (\vec{B}) como mostrado na figura 1. Da mesma forma que se produz ondas mecânicas na água por meio da agitação, podem-se produzir ondas eletromagnéticas no ar por meios da variação de uma corrente elétrica, do movimento de uma carga elétrica, de um campo elétrico ou magnético. A frequência das ondas produzidas é igual à da variação que a gerou (YOUNG; FREEDMAN, 2009).

Figura 1. Geração de uma onda eletromagnética.



Fonte: Autor, 2017.

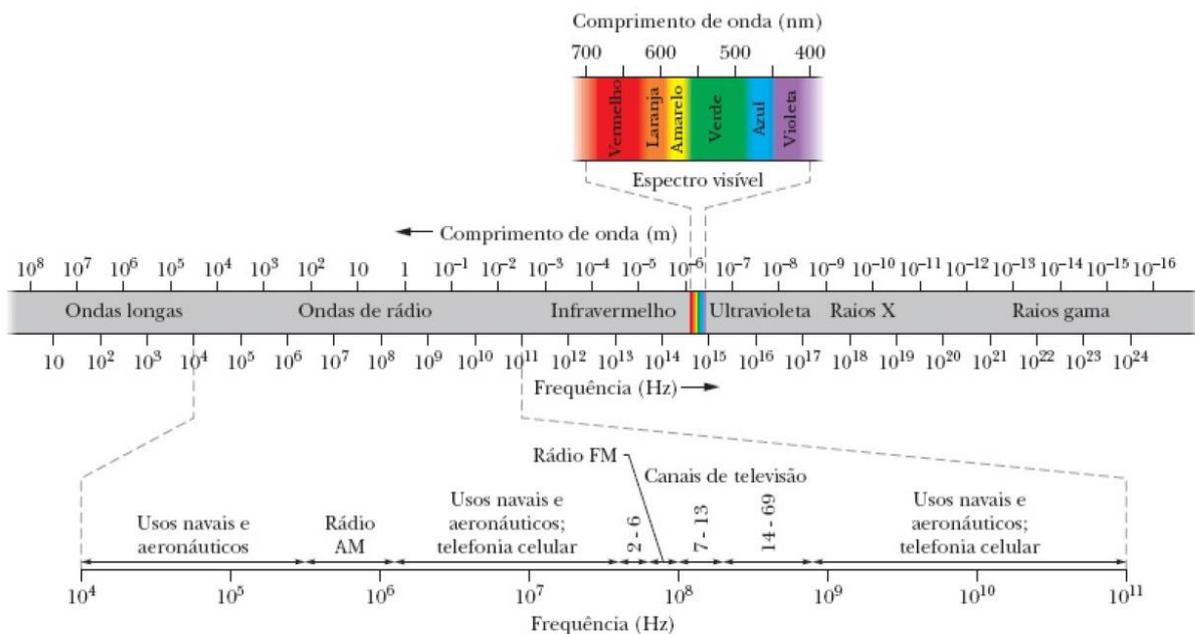
O sol é a fonte predominante na emissão de ondas eletromagnéticas para a Terra, definindo assim, ambiente no qual a espécie humana evolui e se adapta. A todo instante o corpo humano é atingido por ondas eletromagnéticas, sejam sinais de rádio, televisão ou telefonia celular. Os sinais de Micro-ondas emitidos por aparelhos de radar podem chegar qualquer pessoa e assim atingir seu corpo. As ondas podem ter várias origens, podem ser provenientes das lâmpadas, dos motores quentes dos automóveis, das máquinas de raios X, dos relâmpagos e dos elementos radioativos existentes no solo. As ondas eletromagnéticas podem chegar à Terra tendo origem nas estrelas e em outros corpos de nossa galáxia e de outras galáxias. As ondas eletromagnéticas também viajam no sentido oposto, da Terra para outros locais. Alguns sinais de televisão, emitido na Terra desde o início das transmissões em 1950, já levaram informações de vários tipos a qualquer civilização tecnicamente sofisticada que porventura habite um planeta em órbita de uma das 400 estrelas mais próximas da Terra (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Na figura 2 é mostrado o espectro eletromagnético em escala de comprimentos de onda, (e na escala de frequências correspondente). As extremidades da escala estão em aberto por que

o espectro eletromagnético não apresenta limites definidos. Em algumas regiões do espectro eletromagnético são utilizadas identificações específicas como raios X e micro-ondas. Essa região do espectro apresenta intervalos de comprimentos de onda, não muito bem definidos, onde são utilizados os mesmos tipos de fontes para geração das ondas e detectores de radiação. Em outras partes do espectro, como os sinais de TV e de rádio AM, tem-se bandas específicas legalmente utilizadas para fins comerciais ou outros propósitos. No espectro eletromagnético não há espaços vazios. Outra característica importante dessas ondas, é que não importando sua localização no espectro, todas elas propagando-se no vácuo, apresentam a mesma velocidade $c = 3 \cdot 10^8$ m/s (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

As ondas eletromagnéticas apresentam a característica de cada tipo de onda ter origem em equipamentos distintos. Para a geração de ondas de rádio, utilizam-se circuitos elétricos oscilantes. Para a obtenção de ondas de raios X, são utilizadas oscilações que ocorrem na escala atômica ou a desaceleração de elétrons. Isso por conta da alta frequência apresentada por essas ondas (YOUNG; FREEDMAN, 2009).

Figura 2- Espectro Eletromagnético.



Fonte: HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016.

3.1 Ondas de Rádio

Para a geração de ondas de rádio, utilizam-se circuitos elétricos onde a tensão elétrica e a corrente elétrica são variáveis. Para as ondas de rádio a frequência varia em uma escala de 10^2

Hz a 10^6 Hz ou tratando do comprimento de onda, de 10^6 m a 10^2 m (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

A troca de informações entre um ponto que emite o sinal ondulatório (emissor) e um outro que recebe esses sinais (receptor) é realizado através das ondas de rádio. Sua aplicação abrange transmissões nas estações de rádio, transmissão das emissoras de televisão, comunicação por telefone e transmissão de dados pela internet (LIU, 2006).

As ondas eletromagnéticas apresentam no ar, maior alcance e maior velocidade que as ondas sonoras. Esse fenômeno ocorre porque o ar tem características próximas às do vácuo para a propagação das ondas eletromagnéticas, condição onde essas ondas apresentam maior velocidade. Em uma transmissão realizada por uma estação de rádio, como um programa de músicas, a pessoa que está recebendo o sinal sonoro das músicas, recebe esse sinal praticamente no mesmo instante em que ele é emitido e convertido em som (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

A Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), classifica ondas com frequência entre 0 Hz a 3000 GHz como radiofrequências, conforme definição da União Internacional de Telecomunicações (UIT) (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

3.2 Micro-ondas

As ondas classificadas como micro-ondas localizam-se no espectro eletromagnético, considerando a frequência, logo na sequência das ondas de rádio e antecede as ondas de infravermelho. Sua frequência varia entre 1 GHz e 100 GHz e seu comprimento de onda compreende valores de 1 mm a 1 m (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

As primeiras aplicações das micro-ondas em radares se deram entre 1940 e 1950. O significado de “radar” (*Radio Detection and Ranging*), é detecção e localização por ondas de rádio. Porém, a substituição das ondas de rádio por micro-ondas trouxe um grande avanço no setor, haja vista que as micro-ondas apresentam menor comprimento que as ondas de rádio, possibilitando que ocorram menos os efeitos da difração (CORRÊA, PINTO, *et al.*).

Em uma transmissão realizada por uma estação de rádio, quem possui um receptor pode capturar o que está sendo emitido por essa estação. Por esse motivo, para se enviar informações a uma pessoa específica, as micro-ondas são mais adequadas que as ondas de rádio. Uma situação como a descrita, de um receptor específico, é o modo como se transmite a informação entre os aparelhos de telefonia celular. Outra vantagem das micro-ondas em relação às ondas de rádio está na frequência, como a frequência das micro-ondas é maior, possibilita maior

tráfego de informações. Por outro lado, as micro-ondas também apresentam desvantagens em relação às ondas de rádio. Essa desvantagem está relacionada à necessidade de antenas de recepção e retransmissão do sinal. Isso se deve ao fato das micro-ondas não serem refletidas na alta atmosfera, necessitando dessas torres com uma distância em torno de 40 km (LIU, 2006).

3.3 Raios X

As ondas classificadas como raios X tiveram sua descoberta em 1895, tendo como responsável o físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen. Esse tipo de onda não demorou muito para que passassem a ser utilizadas na medicina. Seu uso não se limita apenas a vê a estrutura óssea, mas se estende a outras estruturas do corpo, sendo bastante utilizados no diagnóstico de tumores e também em seu tratamento através da radioterapia. A aplicação dos raios x é bem ampla, sendo utilizados com muita frequência em aeroportos para verificar que materiais os passageiros transportam por exemplo nas malas (MARTINS, 1998).

As ondas de raios X, assim como toda onda eletromagnética, quando se propagam no vácuo a velocidade de propagação é $3 \cdot 10^8$ m/s. uma característica importante desse tipo de onda é a absorção, os raios X apresentam absorção diferente para materiais de naturezas distintas. Por esse motivo, tem-se radiografias de diversas partes do corpo humano para diagnóstico de fraturas ósseas e de outras anomalias. Na obtenção de exames radiológicos como uma radiografia, leva-se em conta que elementos químicos pesados como cálcio e bário, absorvem essa radiação melhor que elementos químicos leves como hidrogênio, carbono e oxigênio. Assim as estruturas ósseas são visualizadas com nitidez em uma radiografia (OKUMO; CALDAS; CHOW, 1982).

Devido à absorção dos raios X ser diferenciada, dependendo do tipo de material onde essas ondas estão incidindo, a intensidade dos raios X decresce à medida que essa radiação vai atravessando determinados meios. O fenômeno da diminuição da intensidade dos raios X é conhecido como atenuação de raios X e é provocada pela absorção e pelo espalhamento do feixe de raios X. Quando se tem um feixe de raios X com mesma energia, o decréscimo é dado pela equação (2), onde I é a intensidade do feixe após a passagem através de um meio de espessura x ; i é a intensidade inicial do feixe (I e I_0 são medidos em $J/(m^2 \cdot s)$ ou W/m^2); μ é o coeficiente de atenuação linear do meio, que depende do meio e da energia da radiação. O produto $\mu \cdot x$ deve ser adimensional (OKUMO; CALDAS; CHOW, 1982).

$$I = I_0 * e^{-\mu \cdot x} \quad (2)$$

3.4 Infravermelho

As ondas de infravermelho foram descobertas pelo astrônomo alemão Friedrich Wilhelm Herschel (1738 – 1822) em 1800, com a realização de experiências sobre as temperaturas das cores do espectro solar, onde ele observou que a temperatura dessa radiação era maior na região do vermelho e que a temperatura aumentava ainda mais além dessa região, com comprimento de onda maior e já localizados na faixa do espectro invisível ao olho humano (LEITE e PRADO, 2012).

Essas ondas de infravermelho são obtidas nas camadas eletrônicas mais externas dos átomos e moléculas. Situam-se na faixa de frequência de 10^{12} Hz a 10^{14} Hz. Seus comprimentos de onda variam entre a milionésima parte do metro (10^{-6} m) a 1 milímetro (10^{-3} m) (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

Para o ser humano, as ondas de infravermelho são invisíveis, porém, o corpo humano pode detectar essas ondas, agindo como sensor da radiação infravermelha. Quando uma pessoa se coloca próxima de um local onde há a emissão dessas ondas, como ao redor de uma fogueira, o corpo detecta essas ondas, absorvendo-as na forma de calor. Na superfície do Sol há a emissão de ondas em várias regiões do espectro eletromagnético, entre elas ondas de infravermelho, luz visível e ultravioleta. Todas essas ondas emitidas pelo Sol são fundamentais o desenvolvimento e para manter a vida na Terra (LIU, 2006).

Existem vários materiais com sensibilidade à radiação infravermelha, podendo ser usados como sensores para acionamento ou desligamento de equipamentos eletrônicos, por exemplo. Na figura 3 tem-se um secador de mãos, normalmente encontrados em banheiros, que funciona automaticamente quando colocamos as mãos sob ele.

Figura 3- Secador de mãos acionado por infravermelho



a) Secador desligado.

b) Secador ligado após a mão está sob o sensor infravermelho.

Fonte: Autor, 2018.

Esse equipamento possui um sensor que emite ondas na faixa do infravermelho e também capta ondas nessa mesma faixa do espectro eletromagnético, que são refletidas. Assim como nos secadores de mãos, há pias para a lavagem de mãos com o acionamento por infravermelho. Nesse caso, a radiação é refletida no interior da pia e retornam ao dispositivo. A colocação das mãos interceptando esse feixe aciona um mecanismo que libera o fluxo de água. A retirada das mãos faz com que o sistema volte à situação original, e o fluxo de água é interrompido (LIMA; BAKKER, 2011).

As ondas de infravermelho apresentam várias utilidades, entre elas destacam-se as formas como essas ondas são mais utilizadas pela população. Nesse caso, pode-se citar os controles remotos, que são bastante comuns para acionar aparelhos que se usa no dia-a-dia, como TV, rádio, ar-condicionado, etc. O acionamento de um botão no controle remoto para exercer determinada função como mudar o canal de um aparelho de TV, por exemplo, faz-se com que um sinal de onda infravermelha seja emitido e posteriormente detectado por um sensor presente no aparelho que se deseja manusear através da utilização do controle remoto (SOUZA; FERRÃO, 2006).

Para todos os valores de temperatura há emissão de ondas de infravermelho, ou seja, todo corpo com temperatura acima de $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ (pois não há registro de temperaturas abaixo desse valor, conhecido como zero absoluto) emite radiação infravermelha. Com o conhecimento dessa característica, pode-se utilizar detectores de infravermelho por exemplo, para a localização de aviões, pessoas e animais, e também para a determinação da temperatura destes corpos e objetos. Além das ondas de raios X, o infravermelho também é utilizado na área médica, permitindo a obtenção de imagens térmicas que chegam a diagnósticos não obtidos por exemplo, com a utilização apenas dos raios X (MOTA, MACHADO, *et al.*, 2011).

3.5 Wireless

Há uma forma de comunicação, como a utilizada por onda de rádio ou na comunicação por telefones celulares, onde não se necessita de fios para essa finalidade. Esse tipo de troca de informações é conhecido como wireless. Para que se tenha a comunicação por wireless, os dispositivos envolvidos nesse processo podem localizar-se próximos, como é o caso da comunicação por Bluetooth, ou podem estar bem distantes, como é o caso da localização de aviões por radares. O termo wireless, significa comunicação sem fio (ALECRIM, 2008).

Como exemplo de utilização do wireless, tem-se as ondas de Bluetooth, bastante utilizadas atualmente em dispositivos de áudio como fones de ouvido e caixas de som. Além do Bluetooth, tem-se também o infravermelho, utilizado principalmente em controles remotos, a comunicação por rádio e TV, além do telefone Celular, com as tecnologias 3G e 4G. (LOUREIRO, NOGUEIRA, *et al.*, 2003; ALECRIM, 2008).

A tecnologia do Bluetooth possibilita a troca de informações entre smartphones, tablets, computadores, caixas de som, fones de ouvido, entre outros dispositivos, sem a utilização de fios ou cabos. Essa comunicação pode ser realizada entre o mesmo tipo de equipamento, como entre celulares, ou entre equipamentos distintos, como é o caso de quando se manuseia um computador com a utilização de teclado e mouse sem fio. O surgimento da tecnologia Bluetooth é datado de meados da década de 1990, mais precisamente em 1994 (ALECRIM, 2008).

A origem da comunicação por Bluetooth se deu com a empresa fabricante de telefones celulares Ericsson, que na época, iniciou estudos sobre a possibilidade de desenvolvimento de uma tecnologia para a comunicação entre seus celulares e também os acessórios, através da utilização de ondas de rádio que não tivessem um custo elevado. Esse tipo de transmissão de dados visava a substituição dos tradicionais fios (cabos de dados) utilizados para transmitir dados entre dispositivos (ALECRIM, 2008; LOUREIRO, NOGUEIRA, *et al.*, 2003).

Essa tecnologia passou a despertar interesse de várias empresas do ramo. Foi tanto, que em 1998 era fundado o SIG (Bluetooth Special Interest Group), uma associação das empresas Ericsson, Intel, IBM, Toshiba e Nokia. A partir daí o Bluetooth passou a ser utilizado no mundo inteiro, principalmente por conta da frequência utilizada para essa comunicação, que é uma frequência aberta e aceita internacionalmente (ALECRIM, 2008; LOUREIRO, NOGUEIRA, *et al.*, 2003).

Ao longo dos anos, a tecnologia Bluetooth passou por evoluções onde foi ganhando novas versões. A versão atualmente mais utilizada é o Bluetooth 5, que teve seu lançamento no ano de 2016. Entre as principais vantagens dessa versão estão a possibilidade de comunicação com dispositivos a uma distância que pode chegar a 40 metros, ao invés de 10 metros permitidos nas versões anteriores. Outra vantagem é a velocidade na transmissão de dados que para a versão 5 chega a 50 Mb/s, superando a velocidade de 40 Mb/s apresentada na versão 4. (LOUREIRO, NOGUEIRA, *et al.*, 2003; ALECRIM, 2008).

3.6 Exposição Prolongada à Radiação Eletromagnética

A radiação eletromagnética é composta por vários tipos de ondas representadas na figura 2, onde essa radiação se estende desde as ondas com comprimento de onda da ordem de 10^8 m, denominadas ondas longas, localizadas na faixa conhecida como infravermelho, às ondas com comprimentos de onda da ordem de 10^{-16} m, representando ondas com energia bastante elevada (raios gama). A radiação na faixa de infravermelho é chamada de radiação não ionizante e a radiação localizada na faixa de ultravioleta é chamada de radiação ionizante, por conta de sua energia ser elevada. A radiação ionizante provoca vários efeitos em organismos vivos, entre eles pode-se destacar a alteração no processo de divisão das células no organismo humano. O que se procura detalhar nessa seção do trabalho é o efeito da exposição prolongada do corpo humano às radiações de rádio e micro-ondas.

Diariamente boa parte da população utiliza telefones celulares. Esses dispositivos de comunicação operam com ondas eletromagnéticas localizadas no espectro eletromagnético, entre as ondas de rádio FM (*frequência modulada*) e as micro-ondas. Essas ondas utilizadas pelos celulares são chamadas ondas RF (*radiofrequência*), com frequência entre 3 kHz e 300GHz.

No espectro eletromagnético mostrado na Figura 2, há a classificação das ondas eletromagnéticas por faixa de frequência ou por intervalos de comprimento de onda. Além dessa divisão das ondas em grupos, há outra classificação, relacionada ao efeito que a radiação causa

em organismos vivos. Para essa classificação, ondas localizadas na região de infravermelho (ondas eletromagnéticas com frequência menor que a frequência da luz vermelha) e luz visível são denominadas radiação não ionizante e as ondas pertencentes à faixa do ultravioleta (ondas eletromagnéticas com frequência maior que a frequência da luz violeta) são denominadas radiação ionizante (American Cancer Society, 2018).

Uma característica das ondas RF é apresentar frequência abaixo da apresentada pelas ondas ionizantes. Não sendo, portanto, capaz de causar câncer. Esse fato se explica por conta dessa radiação não possuir energia suficiente para modificar o DNA das células. As ondas que podem causar esse efeito danoso às células são ondas localizadas na faixa do ultravioleta como é o caso dos raios X e os raios gama (American Cancer Society, 2018).

4 SISTEMA OPERACIONAL ANDROID

Aparelhos de telefonia celular passaram por diversos avanços desde quando iniciou seu uso. O Sistema Operacional Android, hoje oferece uma variedade de recursos que cada vez mais atrai os usuários dos atuais telefones celulares (smartphones). Entre os vários recursos oferecidos pelos smartphones estão câmeras com excelente qualidade, aplicativos para a execução de músicas, transmissão de dados por Bluetooth, jogos de vários estilos, localização por GPS e utilização do GPS para se direcionar a determinado local e também oferece recurso para acesso à internet e e-mails entre outros (LECHETA, 2015).

Levando em conta apenas o recurso de acesso à internet, oferecido pelos Smartphones, no ano de 2014 o acesso à internet em domicílios brasileiros ocorreu mais vezes em Smartphones que em computadores. A Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílios (PNAD) realizada no ano de 2014 mostrou que o acesso à internet por smartphones passou de 53,6%, em 2013, para 80,4% em 2014. Já o acesso através de computadores apresentou uma diminuição, haja vista que em 2013 88,4% dos acessos eram por computador e em 2014 apenas 76,6% utilizaram esse equipamento para acessar a internet em casa (IBGE, 2017).

O lançamento do Android em 2003, despertou a atenção de algumas empresas da área. Logo após o surgimento desse sistema operacional, a empresa Google passou a ser a principal representante do Android. Com o objetivo de criar um sistema com código aberto e assim padronizar uma plataforma para celulares, a Google associou a outras empresas, formando o OHA (*Open Handset Alliance*), grupo formado por várias empresas fabricantes de celulares. Entre as empresas do grupo estacam-se: Motorola, LG, Samsung, Sony Ericson Toshiba, HTC, Huawei, Sprint Nextel, China Mobile, T-Mobile, ASUS, Intel, Acer, Dell e Garmin (LECHETA, 2015).

O Sistema Operacional Android vem inovando a cada versão e atualmente tem disponibilidade para vários dispositivos. Entre os vários dispositivos que podem operar com o Android estão os tradicionais Smartphones e tablets, além de TV (Google TV), relógios (Android Wear), óculos (Google Glass) e centrais multimídia de carros (Android Auto). Com essas características o Android se tornou o sistema operacional mais utilizado em todo o mundo (LECHETA, 2015).

Uma das consequências que veio com o Android foi a adesão de várias empresas aos aplicativos destinados a Smartphones e tablets com o objetivo de se aproximar cada vez mais de seus clientes (LECHETA, 2015).

O sistema operacional Android surgiu como a primeira plataforma livre, de código aberto (open source), característica que contribuiu para a evolução do Android ao longo do tempo. A característica de ter código aberto, faz com que desenvolvedores possam contribuir para trazer melhorias para o sistema operacional (LECHETA, 2015).

Esse sistema operacional oferece vantagens também para as empresas fabricantes de Smartphones, sendo permitida a utilização do sistema operacional nos aparelhos sem a necessidade de realizar nenhum pagamento referente a esse uso. Outra possibilidade com o sistema operacional Android é a customização do sistema por determinadas empresas, como acrescentar logomarca entre outras modificações. Essas modificações são permitidas por uma licença chamada ASF (*Apache Software Foundation*), que autoriza modificações no código-fonte do Android (LECHETA, 2015).

4.1 O Android na Educação

O Sistema Android vem sendo bastante utilizado na Educação em virtude da sociedade está cada vez mais dependente das tecnologias da informação e comunicação (TIC) (BITTENCOURT; ALBINO, 2017). Destinados à plataforma Android, tem-se vários aplicativos que podem ser utilizados pelo professor com o objetivo de facilitar a compressão dos alunos acerca de conteúdos de Física, como exemplo, para a simulação e para o ensino de Física Moderna. O uso de alguns aplicativos educacionais desenvolvidos para esse sistema visa facilitar ou auxiliar o ensino e a aprendizagem da disciplina de Física (SOUZA; GOMES, 2015; PEREZ; VIALI; LAHM, 2016).

A seguir serão apresentados alguns aplicativos disponíveis que podem ser utilizados em sala de aula para auxílio no processo ensino e aprendizagem. Iniciando com o aplicativo denominado **A Física do basquete**, o aplicativo faz uma descrição da cinemática em duas dimensões, dando ênfase ao lançamento oblíquo. Outro aplicativo é o **simulador de pendulo**, esse faz uma análise bidimensional do movimento de um pêndulo, possibilitando variar o comprimento do fio, a massa que fica suspensa e a situação de atrito. O **Atomify**, um aplicativo em inglês desenvolvido para tablets, que possui gráficos tridimensionais, que mostram o comportamento do átomo de argônio em diferentes situações. Outro aplicativo é o **Ray Optics**, esse é outro aplicativo que usa a língua inglesa, possibilitando a resolução de problemas

envolvendo lentes convergentes e divergentes e espelhos esféricos côncavos e convexos (PEREZ; VIALI; LAHM, 2016).

Também se tem o **C. Magnético – Hilo Rectilíneo**, um aplicativo com guias teóricos sobre campos magnéticos baseados na lei de Biot-Savart. Outro aplicativo também encontrado é o **Kepler's Conundrum**, esse aplicativo permite trabalhar com atração gravitacional entre massas, apresentando gráficos bidimensionais. Outra aplicação é o **Bouncy Zone: Ball Simulator**, apesar de também ser apresentado no idioma inglês é bastante fácil de manipular, sendo possível utilizar bolas em diferentes situações, possibilitando variar aceleração, atrito, etc. **Electron** é mais uma aplicação que se pode utilizar. Nele tem-se o desafio de fazer com que partículas percorram determinados caminhos devido a influência de campos elétricos gerados por cargas positivas e negativas. Ainda se tem o **Particle Physics Simulator**, neste é possível manipular vários parâmetros como massa das várias partículas, tamanho das partículas, atrito, elasticidade e as velocidades antes e após as colisões. Existe ainda o **Physics Sketchpad Beta**, este aplicativo apresenta uma plataforma simplificada com conceitos de gravitação, colisões, aceleração e atrito. **Oersted** é um aplicativo onde simula-se a experiência de Oersted, verificando-se que surge um campo magnético ao se aplicar uma corrente elétrica em um fio. Encontra-se também o **Wave Simulator**, um simulador de ondas geradas por fontes puntiformes, sendo possível mostrar os fenômenos de interferência, difração e reflexão (PEREZ; VIALI; LAHM, 2016).

O **Simphysics** é uma aplicação com vários tópicos de Física, possibilitando simulações de eletromagnetismo, energia mecânica, cinemática linear e rotacional, óptica física e geométrica entre outros. O aplicativo **Leis de Newton** é um jogo onde se joga discos de hóquei procurando deixá-los o mais próximo possível do centro, e ao mesmo tempo, procurando dificultar que seu adversário atinja o objetivo primeiro. Outro aplicativo simples é o **Projectile Motion Simulator**, onde se pode variar velocidade inicial, ângulo de lançamento, possibilitando conhecer altura máxima e alcance do lançamento. Um aplicativo ainda em desenvolvimento que já pode ser baixado em smartphones e tablets é o **Física interativa**, onde se tem uma revisão de boa parte da Física, com as principais equações da Mecânica, da Óptica e do Eletromagnetismo (PEREZ; VIALI; LAHM, 2016).

5 METODOLOGIA

Esta pesquisa possui natureza qualitativa, levando em conta as análises e discussões realizadas a partir de dados obtidos após aplicação do produto educacional (o aplicativo denominado Eletromagnetinterativo) e também abordagem quantitativa, pois a partir da análise das respostas dos alunos às questões referentes ao aplicativo, essas respostas foram utilizadas para um “tratamento” estatístico e assim mostrar esses resultados coletados com a aplicação dos questionários em tabelas e também em gráficos. Assim, a metodologia deste trabalho é quali-quantitativa, caracterizando-se também como pesquisa de natureza explicativa.

Temos como objetivo desta pesquisa, desenvolver um aplicativo para a plataforma Android com a finalidade de atrair a atenção de alunos para que esses possam ser mais participativos nas aulas de Física e assim tenham maior compreensão dos conteúdos de eletromagnetismo. E para isso recorreremos há métodos satisfatório, tanto na abordagem qualitativa, quanto na quantitativa, pois, nesta pesquisa foram aplicados dois questionários um pré-teste e um pós-teste, para fazer um levantamento do conhecimento dos alunos acerca dos conceitos apresentados no aplicativo, como recurso didático e, outro saber se realmente foi satisfatória a utilização desse aplicativo.

A abordagem quantitativa, foi necessária para atingirmos um dos objetivos específicos que foi verificar se a utilização do aplicativo influencia no desempenho dos alunos na disciplina. E como já foi citado, essa verificação, foi através de dois questionários, um voltado para analisar os conhecimentos já adquiridos pelos alunos referentes às ondas e às ondas eletromagnéticas. Já o segundo teste foi para verificar se de fato a utilização do aplicativo como produto educacional proporciona aprendizado do conteúdo exposto pelo mesmo. E assim fizemos, tanto a análise de cada questão, quando a contabilização dos dados obtidos. A utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente.

As informações obtidas nos questionários, estão relatadas na seção de resultados e análises. A natureza desse trabalho, foi de pesquisa aplicada, já que aplicamos o produto educacional como recurso didático em sala de aula, além das aplicações dos questionários. E a metodologia teve cunho explicativo, pois, foi possível seguir com esses trabalhos, com a exposição de situações dos conteúdos de eletromagnetismo, além do conceito Físico de cada elemento essencial tanto dentro do aplicativo, quando dentro da própria pesquisa.

Em outras palavras, esse cunho explicativo tem como foco identificar os fatores que influenciaram dentro da pesquisa e explicá-los de forma mais clara, tentando aproximar os estudantes do conhecimento científico.

O método adotado nessa pesquisa foi o bibliográfico, pois, tivemos que recorrer a outros trabalhos de outros autores com essa mesma natureza, para que pudéssemos aprofundar ainda mais o conhecimento sobre a pesquisa. E outro método adotado foi a pesquisa de campo.

Essa pesquisa ocorreu na escola estadual C.E. Maria Conceição Teófilo Silva, localizada na cidade de Timon, no estado do Maranhão, onde os alunos responderam a perguntas referentes ao aplicativo Eletromagnetinterativo na forma de questionário (Apêndices B e C). O público alvo da pesquisa foram alunos da terceira série do ensino médio regular, no ano de 2018. Para participar da pesquisa foram selecionados os alunos de três turmas de 3ª série ensino médio no turno manhã, totalizando 105 alunos, entre homens e mulheres de faixa etária de 14 a 18 anos. Na primeira turma, participaram da pesquisa 36 alunos. Na segunda turma também participaram 36 alunos e na terceira turma, participaram 33 alunos.

A aplicação do produto educacional se deu com os alunos reunidos em grupos de quatro ou cinco componentes e na seguinte sequência. Primeiramente, foi aplicado um questionário contendo dez questões para se ter um levantamento do conhecimento dos alunos acerca dos conceitos de ondas e de ondas eletromagnéticas (Apêndice B). Esse questionário inicial teve a duração de uma aula de cinquenta minutos. Em seguida, em duas aulas na semana seguinte, foi realizada a apresentação do aplicativo e utilização do mesmo pelos alunos. Nessa etapa foram utilizadas duas aulas seguidas, onde foram tiradas todas as dúvidas referentes ao manuseio do Aplicativo. Um dos motivos para que os alunos fossem reunidos em grupos, foi por conta de alguns alunos resistirem em levar o smartphone para escola por medo de assaltos. O principal motivo pela adoção da atividade em grupo está fundamentado na teoria da aprendizagem utilizada, onde Vygotsky defende que as atividades realizadas com a interação entre os alunos são mais proveitosas que as realizadas individualmente.

Após a apresentação do aplicativo para os alunos (em outro dia), foi realizada a aplicação do segundo questionário (apêndice C), contendo dez questões semelhantes às dez questões aplicadas no primeiro questionário. As questões aplicadas em segundo momento são semelhantes às que foram aplicadas inicialmente para que os conceitos envolvidos nos dois questionários fossem os mesmos.

Para que todos os alunos tivessem acesso ao aplicativo, o APK (Android Application Pack) do aplicativo, que é um arquivo compactado destinado ao Android, foi passado para os smartphones e tablets dos alunos por meio de cabo USB, Bluetooth e por Wifi-direct, uma conexão entre smartphones e tablets sem a necessidade de ter conexão com a internet. Uma característica desse aplicativo é que ele é completamente independente da rede mundial de computadores, assim uma vez feito o download, seja pelos meios citados acima ou posteriormente através da loja de aplicativo do Google (Play Store), o aplicativo pode ser utilizado em qualquer local. Todos os recursos disponíveis nesse aplicativo estão salvos no próprio Aplicativo.

Então, com base nos resultados desse questionário, verificamos se a utilização desse aplicativo, foi satisfatória no processo ensino e aprendizagem dos conteúdos do eletromagnetismo.

Nesse trabalho foi feita uma abordagem sobre ondas eletromagnéticas, dando ênfase às ondas na faixa de radiofrequência, mais especificamente as ondas responsáveis pela transmissão de dados sem fio.

Nesse trabalho foram consideradas as avaliações dos alunos com relação a algumas características do aplicativo como estética, recomendação para outra pessoa entre outras, e ao mesmo tempo, foram elaborados dois questionários relacionados ao conteúdo abordado no aplicativo, onde cada lista de questões foi aplicada em momentos diferentes para que se pudesse avaliar o desempenho dos estudantes antes e após a utilização do produto educacional. As atividades de pré-teste, apresentação do aplicativo e pós-teste ocorreram em dias diferentes, no primeiro dia foi realizado o pré-teste, no dia seguinte de aulas nas turmas, foi apresentado o aplicativo e o pós-teste foi realizado no próximo dia de aulas nas mesmas turmas. Através desses questionários foi possível fazer um levantamento sobre o percentual de melhoramento no entendimento dos conceitos apresentados para esses estudantes.

Foi desenvolvido um aplicativo para smartphones e tablets com o sistema operacional Android, com uma descrição sobre essas ondas, explicando suas funcionalidades e aplicações, riscos de uma exposição prolongada e como se utiliza a transmissão de dados sem fio, o que atualmente desperta curiosidade em muitos estudantes, além de muitas pessoas diariamente usarem essas tecnologias as conhecerem.

Este aplicativo foi desenvolvido para facilitar a compreensão dessas ondas e assim contribuir para a melhoria do desempenho dos alunos na disciplina de Física, mais

especificamente nessa seção que trata de ondas eletromagnéticas, que é cobrado com frequência nas provas do ENEM (*Exame Nacional do Ensino Médio*).

5.1 Desenvolvimento do aplicativo Eletromagnetinterativo

Para o desenvolvimento desse aplicativo foram utilizadas algumas plataformas destinadas a criação de aplicativos para dispositivos Android. Inicialmente foi utilizada uma plataforma de construção do aplicativo disponível em um site denominando fábrica de aplicativos (<https://fabricadeaplicativos.com.br/>), nesse site é possível a criação de aplicativos com relativa facilidade porque não há a necessidade de se conhecer algum tipo de programação, porém os recursos disponíveis para inserção no Aplicativo são poucos e para que se possa ter um APK (Android Application Pack) para se instalar em um smartphone e também para posteriormente realizar a publicação desse Aplicativo na loja de aplicativos, é necessário que se escolha um dos planos oferecido pelo site, onde o usuário pode pagar mensalmente ou anualmente.

A segunda plataforma que foi utilizada é uma plataforma gratuita oferecida pela empresa Google e desenvolvida pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), denominada Thinkable (<https://thinkable.com/#/>), essa plataforma é uma evolução do App Inventor, sendo possível a criação de aplicativos por uma lógica de programação bastante simples, conhecida como programação com blocos. Essa plataforma apresenta diversos recursos que não são disponibilizados pelo site Fábrica de Aplicativos, além de um fórum virtual, onde se tiram dúvidas relacionadas ao desenvolvimento do Aplicativo. Nessa plataforma foi construída boa parte do aplicativo, ela não foi utilizada por um bom tempo na montagem do projeto, porém alguns recursos que deveriam estar contidos no aplicativo Eletromagnetinterativo, não são oferecidos pelo Thinkable e o Aplicativo passou a ser desenvolvido na plataforma chamada Android Studio. Essas duas plataformas anteriores foram utilizadas com o objetivo de desenvolver o Aplicativo sem a necessidade de conhecimento de linguagens de programação, já que inicialmente não se tinha nenhum conhecimento referente a esse tipo de linguagem de programação.

O Android Studio é uma IDE (*Integrated Development Environment ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado*), que atualmente é a ferramenta oficial do Google para o desenvolvimento de aplicativos destinados ao sistema operacional Android. Essa ferramenta é baixada gratuitamente através do site <https://developer.android.com/studio/?hl=pt-br>, nesse site além de ser possível a realização do download do Android Studio, também existem várias orientações referentes aos códigos utilizados nos principais recursos oferecidos pela referida ferramenta.

O Android Studio oferece vários recursos para o desenvolvimento de aplicativos que outras plataformas não oferecem, porém utiliza a linguagem de programação Java, considerada por muitos uma linguagem bastante difícil. Diante dessa dificuldade, foi necessário destinar boa parte do desenvolvimento do aplicativo para estudar e praticar comandos utilizando códigos Java.

Na figura 4 é mostrada uma tela do software Android Studio onde se tem códigos para a formação de um layout (tela que será exibida no smartphone).

Figura 4- Código para a formação de um layout.

The image shows the Android Studio interface with the XML code editor and the design preview. The code defines a vertical scroll view containing a linear layout with a relative layout inside, which contains an image view and a justify text view.

```

1 <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2 <ScrollView xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
3     android:layout_width="match_parent"
4     android:layout_height="match_parent">
5
6     <LinearLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/and
7         xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
8         android:layout_width="match_parent"
9         android:layout_height="match_parent"
10        android:orientation="vertical"
11        android:paddingBottom="16dp"
12        android:paddingLeft="16dp"
13        android:paddingRight="16dp"
14        android:paddingTop="16dp"
15        tools:context="com.example.francisco.eletromagnetinterativo.Mai
16
17
18        <RelativeLayout
19            android:layout_width="match_parent"
20            android:layout_height="wrap_content">
21
22            <ImageView
23                android:id="@+id/imageView"
24                android:layout_width="wrap_content"
25                android:layout_height="150dp"
26                android:layout_alignParentTop="true"
27                android:layout_centerHorizontal="true"
28                android:background="@drawable/infra" />
29
30            <me.biubiubiu.justifytext.library.JustifyTextView
31                android:layout_width="wrap_content"
  
```

Two callouts highlight specific parts of the code:

- A callout pointing to the `<ScrollView>` tag: "Tela que será exibida no smartphone ou tablet."
- A callout pointing to the `<RelativeLayout>` tag: "Código xml para formação de layout."

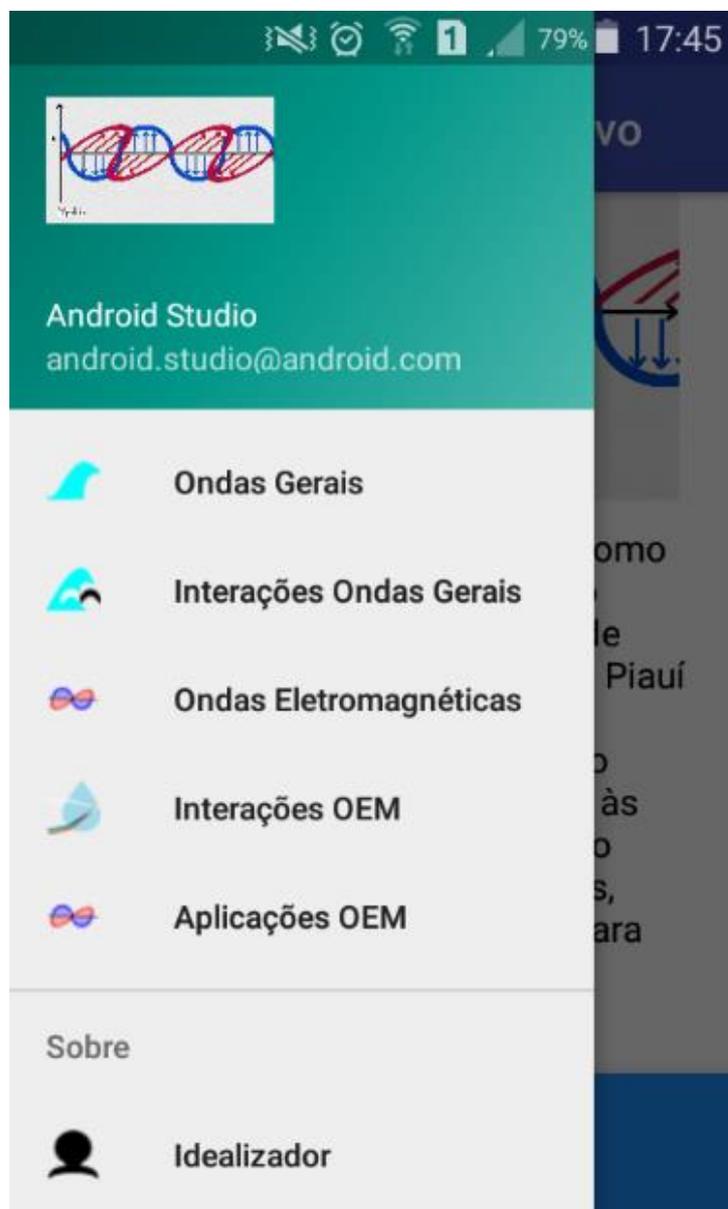
The preview on the right shows a smartphone screen with the title "Eletromagnetinterativo". It displays a colorful infrared radiation spectrum graph and a block of text explaining infrared radiation. The text reads: "As radiações infravermelhas são aquelas produzidas nas camadas eletrônicas mais externas dos átomos e moléculas. Situam-se na faixa de frequência de 10¹²Hz a 10¹⁴Hz. Os comprimentos de onda dessa radiação variam de 1 milionésimo do metro (10⁻⁶ m) a 1 milímetro (10⁻³ m). A descoberta da radiação infravermelha data de 1800 e é atribuída ao astrônomo alemão Friedrich Wilhelm Herschel (1738 - 1822). Herschel, ao realizar experiências sobre as temperaturas das cores do espectro solar, observou que, além de ser maior na região do vermelho, a temperatura aumentava ainda mais além dessa região, já fora do espectro visível. O corpo humano é um excelente sensor da radiação infravermelha. Ao nos colocarmos próximos de uma fogueira, nosso corpo percebe a presença

Fonte autor, 2018.

5.2 Descrição do aplicativo

O aplicativo tem uma lista de menus onde são distribuídos alguns tópicos relevantes ao conteúdo abordado. A tela inicial do aplicativo é mostrada na figura 5 onde se tem os menus presentes na aplicação que foi desenvolvida como produto educacional no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

Figura 5- Tela inicial do aplicativo.



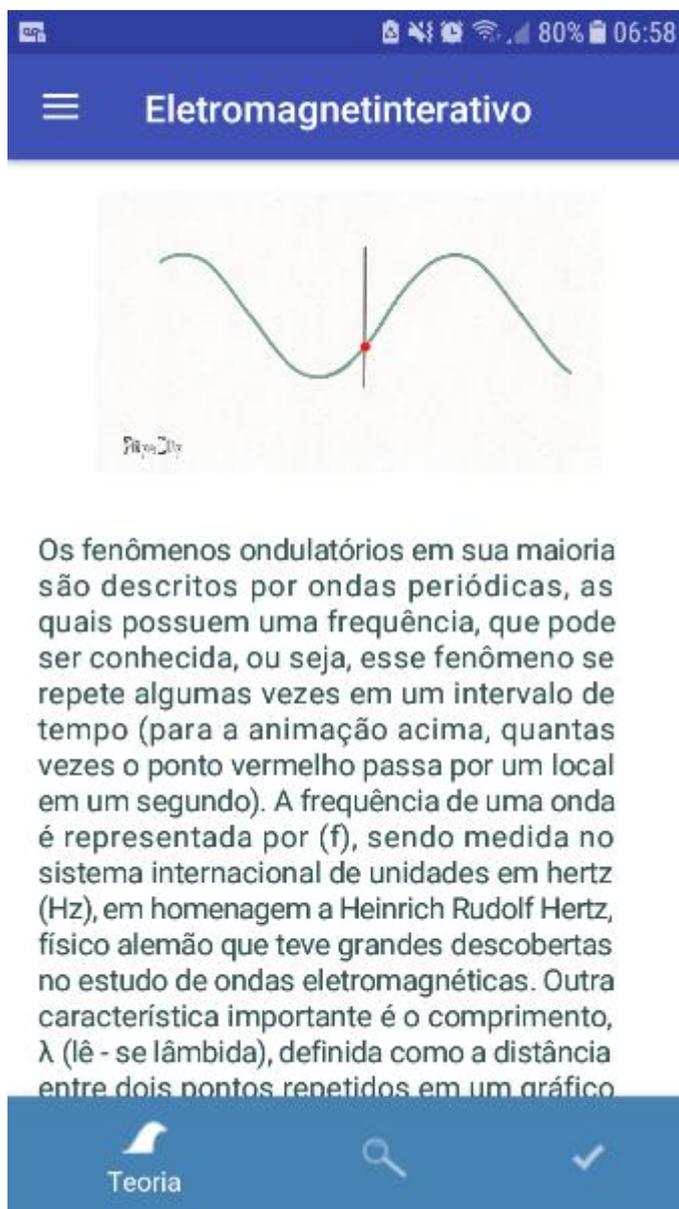
Fonte: Autor, 2017.

5.2.1 Ondulatória

Esse menu acessa uma tela, figura 6, onde se tem uma revisão sobre ondas de uma maneira geral, conceituando onda, e citando algumas situações nas quais se tem a presença desses

fenômenos. Para uma melhor interação do aluno com o aplicativo, a imagem de uma onda na parte superior da tela é uma imagem animada no formato GIF.

Figura 6- Tela do menu ondas em geral.



Fonte: Desenvolvida pelo Autor, 2017.

Na tela de revisão pode-se acessar outras telas através de botões localizados em uma barra, na parte inferior. Nas telas seguintes há uma lista de exercícios onde as questões são ordenadas por nível de dificuldade e uma lista de curiosidades relacionadas à ondulatória. Cada questão apresentará o enunciado não muito longo, seguido de três alternativas para respostas onde somente uma alternativa será a resposta correta, como mostrado na figura 7.

Figura 7- Modelo de questão no aplicativo.

Acertos **0 de 25**

A figura abaixo representa o comportamento de um fenômeno ondulatório. O comprimento dessa onda é:

5 cm

10 cm

20 cm

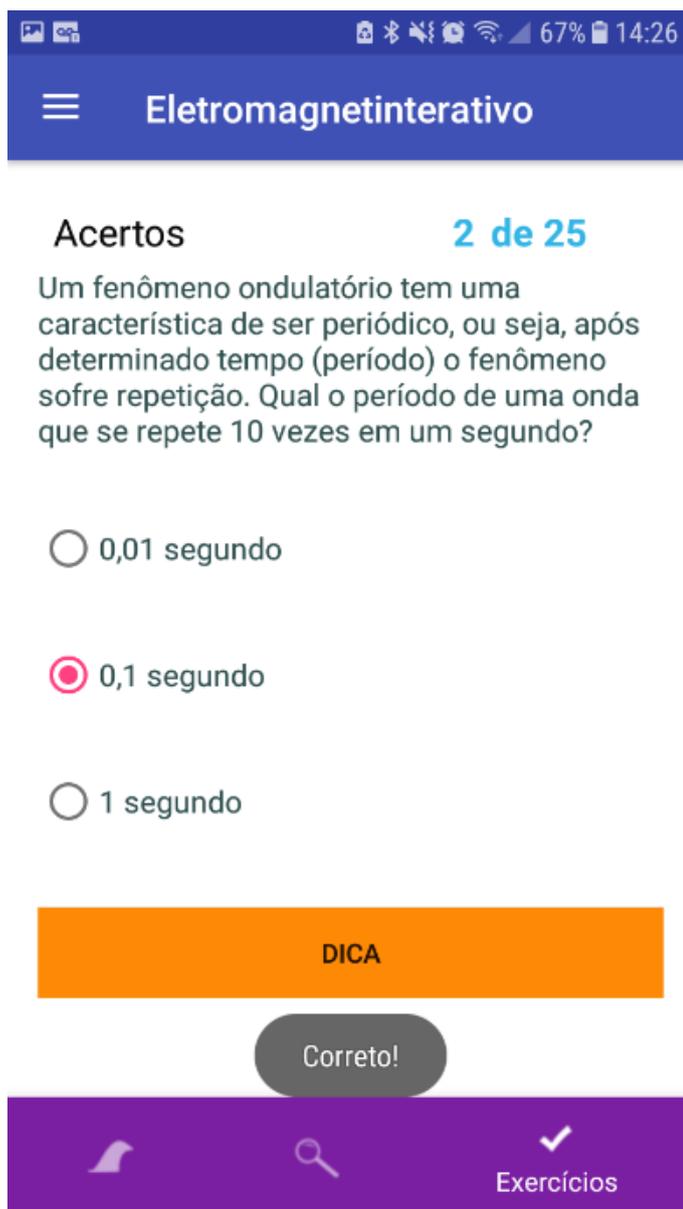
DICA

Exercícios

Fonte: Desenvolvida pelo Autor, 2017.

Quando o aluno for responder uma questão se selecionar a alternativa que representa a resposta correta, aparecerá a questão seguinte e uma mensagem informando que a resposta foi correta e o número de acertos será modificado, como é mostrado na figura 8.

Figura 8- Resposta correta no aplicativo.



Fonte: Desenvolvida pelo Autor, 2018.

Estando a resposta do aluno como a indicada na figura 8, automaticamente surgirá a próxima questão.

Caso o estudante escolha uma alternativa que não seja a correta, há também a possibilidade de escolher uma ajuda como mostrado na figura 9, após ver a ajuda voltará para a resolução da mesma questão.

Figura 9- Ajuda para resolução de questões.



Fonte: Desenvolvida pelo Autor, 2018.

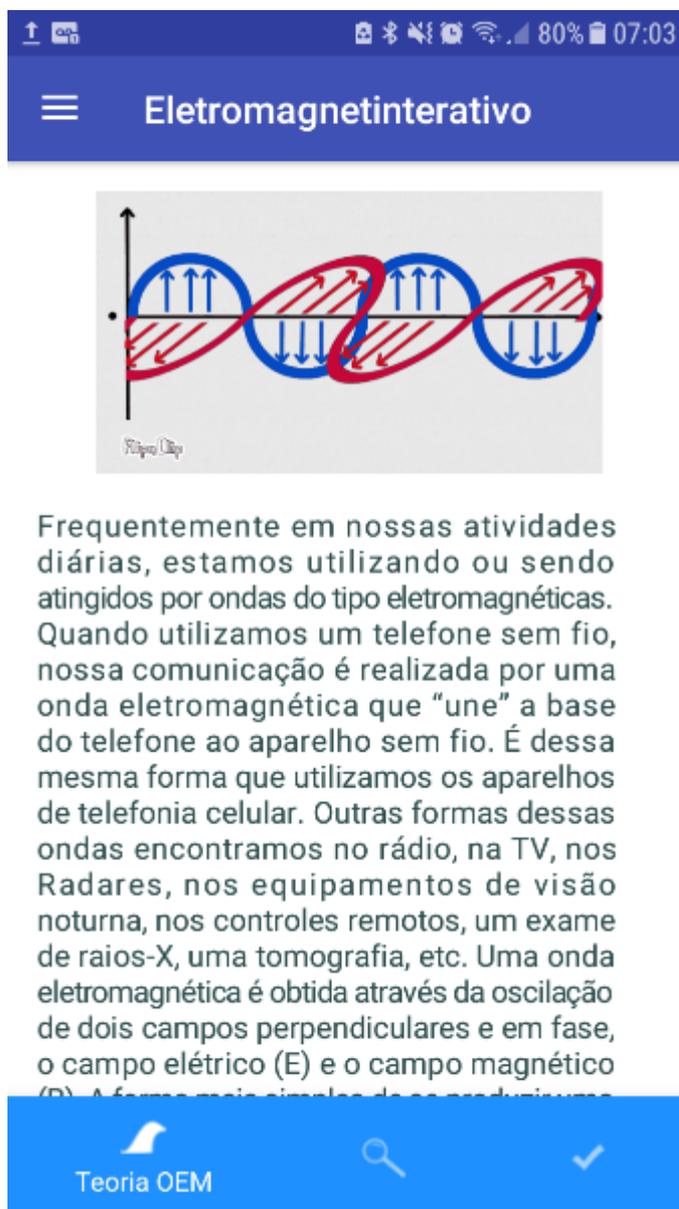
Caso o aluno não deseje passar pela ajuda, pode clicar na opção próxima questão e será dirigido para a questão seguinte. Depois de concluído qualquer nível o aluno pode refazê-lo a qualquer tempo caso tenha interesse de melhorar seus conhecimentos ou tirar qualquer dúvida.

5.2.2 Ondas eletromagnéticas

Tratando agora das ondas eletromagnéticas, este menu tem a mesma configuração do menu que trata das ondas de maneira geral, porém há o conceito dessas ondas, histórico do surgimento desde sua previsão por Maxwell até a confirmação experimental por Hertz, classificação das ondas eletromagnéticas desde as ondas de rádio até os raios gama, aplicações dessas ondas, transmissão de ondas eletromagnéticas e finalizando com a transmissão sem fio.

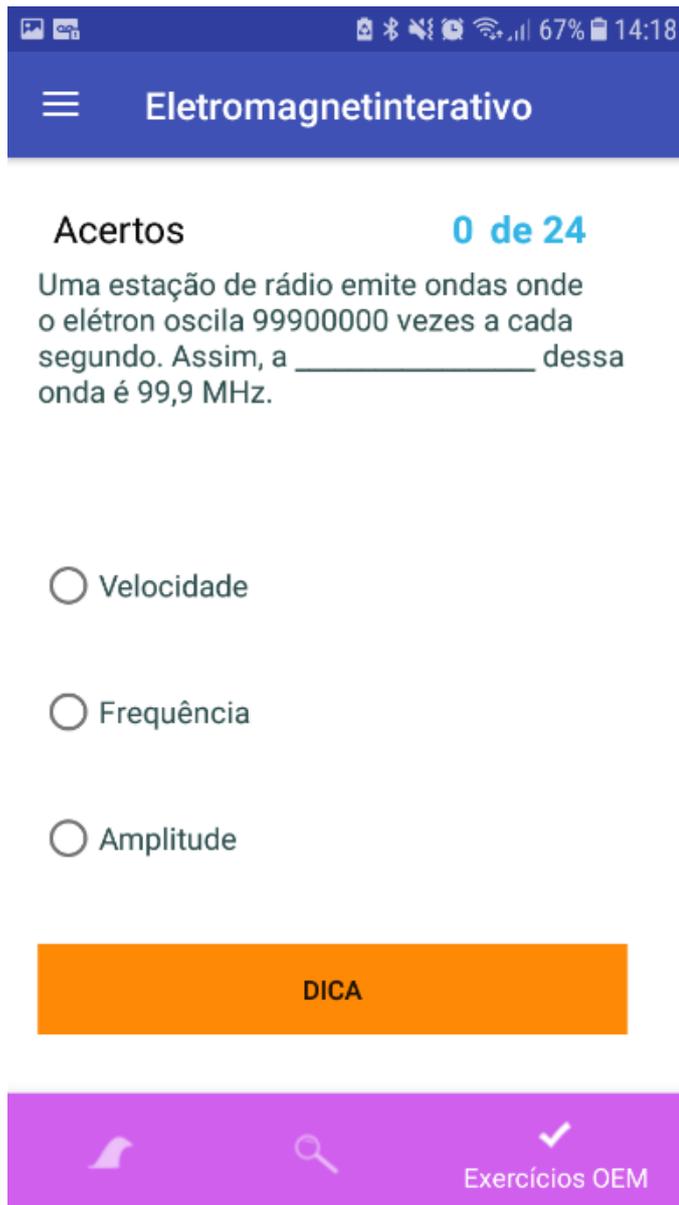
Assim como no menu anterior, esse menu apresenta uma revisão de ondas eletromagnéticas, figura 10.

Figura 10- Tela de resumo das ondas eletromagnéticas.



Fonte: Desenvolvida pelo Autor, 2018.

Esta tela também dá acesso à lista de questões, clicando no botão avançar, localizado na parte inferior da tela após o resumo do conteúdo. Uma questão tratando de ondas eletromagnéticas é mostrada na figura 11.

Figura 11- Questão relacionada às ondas eletromagnéticas.

Fonte: Autor, 2018.

A forma como são exibidas as respostas dos alunos para cada questão será a mesma apresentada para as ondas em geral, caso o aluno acerte a questão a alternativa escolhida muda sua cor para verde, dando acesso à questão seguinte e, caso o aluno não acerte a questão ele pode escolher o comentário da questão ou passar para a próxima questão, sendo que qualquer questão respondida de forma errada será reapresentada no final de cada nível para só depois de respondida corretamente o aluno tenha acesso ao nível seguinte.

No decorrer do curso foram aplicadas atividades para os alunos do ensino médio, nas quais foi avaliada a eficácia do método empregado. Foram utilizadas questões para aplicação em sala de aula, tratando da utilização do aplicativo, questões estas voltadas para uma avaliação

da contribuição do referido aplicativo para a aprendizagem dos alunos. Os alunos foram questionados quanto a conceitos de ondas eletromagnéticas, contribuição científica para o aprendizado dos alunos, facilidade de manuseio e possibilidade de indicação para outra pessoa utilizar o aplicativo.

A previsão inicial era de se aplicar o produto educacional em três turmas da terceira série do Ensino Médio na escola Benjamin Baptista, localizada na cidade de Teresina, estado do Piauí. Essa aplicação não se concretizou porque no período destinado à aplicação do produto, as escolas da rede estadual de ensino no estado do Piauí estavam com suas atividades paralisadas por conta de uma greve de professores que durou 72 dias.

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A avaliação do Aplicativo pelos alunos foi realizada com a utilização de duas listas de exercícios, como mencionado na seção da metodologia. Essa avaliação foi realizada em três turmas de 3ª série do ensino médio regular. Para analisar os resultados, logo abaixo são apresentadas tabelas e gráficos, mostrando o comportamento dos grupos formados em cada turma, ao responder as questões do pré-teste e também do pós-teste.

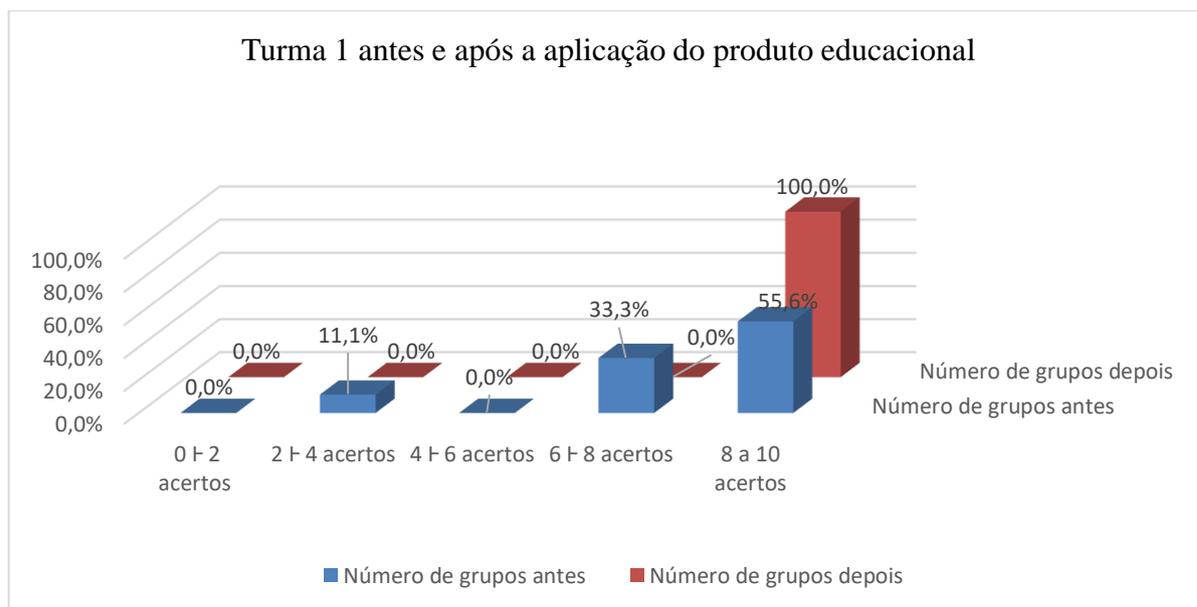
Nessa primeira turma os alunos foram divididos em nove grupos e seus resultados são mostrados na tabela 1.

Tabela 1: Desempenho de alunos da primeira turma.

Grupo participante da pesquisa na primeira turma	Quantidade de acertos antes da utilização do aplicativo	Quantidade de acertos após a utilização do aplicativo
Grupo 01	09 acertos	10 acertos
Grupo 02	03 acertos	10 acertos
Grupo 03	07 acertos	10 acertos
Grupo 04	09 acertos	10 acertos
Grupo 05	06 acertos	08 acertos
Grupo 06	08 acertos	09 acertos
Grupo 07	09 acertos	10 acertos
Grupo 08	07 acertos	10 acertos
Grupo 09	08 acertos	09 acertos

Para essa primeira turma, tem-se a seguir o gráfico da figura 12 indicando a situação dos alunos antes e após a aplicação do produto educacional. No teste diagnóstico aplicado sem que os alunos tivessem qualquer contato com o aplicativo, nem o professor feito qualquer exposição do tema abordado, tem-se uma distribuição dos acertos em cinco faixas de acertos, 0 F 2 acertos, 2 F 4 acertos, 4 F 6 acertos, 6 F 8 e 8 - 10 acertos. Observa-se que a maioria dos grupos de alunos que responderam ao questionário de pré-teste, ficou na faixa de 0 a 10 acertos.

Figura 12- Comportamento da primeira turma antes e após a aplicação do produto educacional.



Fonte: desenvolvida pelo autor, 2018.

Após os alunos utilizarem o aplicativo, os grupos melhoraram seus desempenhos, pois todos os grupos participantes da pesquisa ficaram na faixa de 8 a 10 acertos. Verificando-se, portanto, que nas faixas de 0-2 acertos, 2-4 acertos, 4-6 acertos e 6-8 acertos não têm nenhum grupo, ou seja, o número mínimo de acertos foi oito.

Para garantir a confiabilidade desta pesquisa, foi realizado o teste de significância conhecido como teste t de Student, considerando uma precisão de 95% nos dados apresentados. Para a realização desse teste foi utilizado o software Microsoft Excel e o resultado desse teste é apresentado na tabela 3. Este teste utiliza-se de duas hipóteses, a hipótese nula (H_0) e a hipótese alternativa (H_A), onde a hipótese nula afirma que não há diferença entre as duas situações abordadas nessa pesquisa, o antes e o depois da utilização do aplicativo. Já a hipótese alternativa afirma que há diferença entre as duas situações abordadas. Como a precisão deve ser de 95%, tem-se a margem de erro de 5% ($\alpha = 0,05$).

Para que se proceda com a escolha de uma das hipóteses, deve-se levar em conta o valor t do teste e o valor crítico para essa distribuição (t crítico). Considerando a distribuição de Student bicaudal, obtém-se o valor crítico de t fazendo uso da tabela para o teste t mostrado na tabela 2, onde esse valor crítico depende do grau de liberdade da amostra que se está estudando (FARIAS; CÉSAR; SOARES, 2008).

Tabela 2. Valores do teste t bicaudal.

gl	$\alpha = 0,20$	$\alpha = 0,10$	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,02$
1	3,078	6,314	12,706	31,821
2	1,886	2,92	4,303	6,965
3	1,638	2,353	3,182	4,541
4	1,533	2,132	2,776	3,747
5	1,576	2,015	2,571	3,365
6	1,44	1,943	2,447	3,143
7	1,415	1,895	2,365	2,998
8	1,397	1,86	2,306	2,896
9	1,383	1,833	2,262	2,821
10	1,372	1,812	2,228	2,764
11	1,363	1,796	2,201	2,718
12	1,356	1,782	2,179	2,681
13	1,35	1,771	2,16	2,65
15	1,345	1,761	2,145	2,624
15	1,341	1,753	2,131	2,602

O grau de liberdade (gl) é dado por:

$$gl = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{(n_1 - 1)} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{(n_2 - 1)}} \quad (3)$$

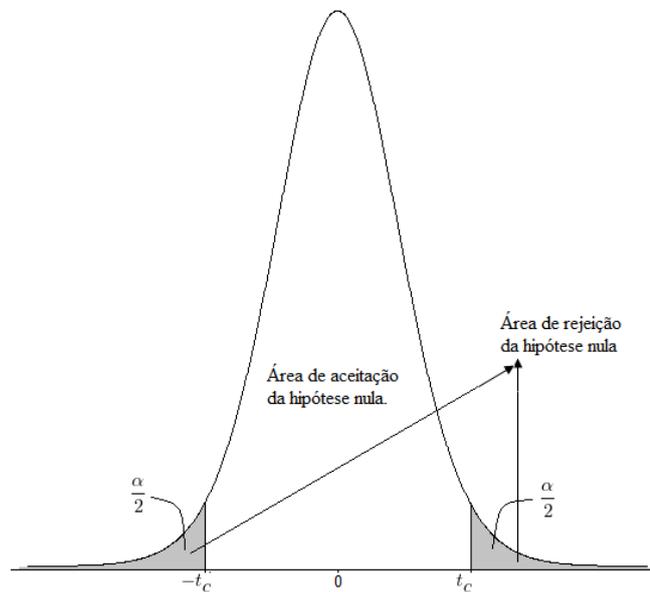
Onde:

S_1^2 é a variância das médias antes da utilização do aplicativo; s_2^2 é a variância das médias após sua utilização; n_1 é o número de grupos que responderam às questões antes de conhecerem o produto educacional e n_2 é o número de grupos que responderam as questões após o contato com o aplicativo. O valor t do teste de Student é dado por:

$$t = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad (4)$$

Para proceder com o teste de significância, deve-se observar o valor obtido para t. Se ($t < -t$ crítico) ou ($t > +t$ crítico), deve-se rejeitar a hipótese nula e adotar a hipótese alternativa, pois nesse caso o valor encontrado para t está na região de rejeição da hipótese nula (H_0) como mostrado na figura 13. Caso ($t \geq -t$ crítico) ou ($t \leq +t$ crítico), deve-se adotar a hipótese nula e rejeitar a hipótese alternativa (FARIAS; CÉSAR; SOARES, 2008).

Figura 13- Distribuição t de Student bilateral.



Fonte: ACTION, 2016

Na figura 13 a área compreendida entre $-t_c$ e $+t_c$ representa uma probabilidade de 95% de não haver diferença entre as situações anterior e posterior, observadas no estudo. Essa região é chamada região de aceitação da hipótese nula. A área sombreada representa os 5% adotados para a margem de erro, portanto, estando o valor de t nessa região, não há certeza de que as duas situações são iguais, dessa forma rejeita-se a hipótese nula e adota-se a hipótese alternativa (H_A).

Para a primeira turma, o valor t, que no Excel esse valor é denominado Start t, está destacado na tabela 3 e nesse caso tem-se ($t < -t$ crítico), portanto deve-se rejeitar a hipótese nula e adotar a hipótese alternativa. Assim, com 95% de confiança, pode-se afirmar que há diferença entre a situação inicial da turma, sem contato com o aplicativo Eletromagnetinterativo, e a situação da turma após a aplicação do produto educacional. É importante enfatizar que em ambas as situações antes e após a utilização do produto educacional, não houve nenhuma explicação ou exposição do conteúdo abordado no aplicativo para os alunos participantes dessa pesquisa, sendo utilizado apenas o aplicativo Eletromagnetinterativo como mediador no processo de ensino e aprendizagem.

Tabela 3: Teste de significância dos resultados da primeira turma.

Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes, turma 1		
	Quantidade de acertos antes da utilização do aplicativo	Quantidade de acertos após a utilização do aplicativo
Média (\bar{X})	7,33	9,56
Variância (s^2)	3,75	0,527777778
Observações (n)	9	9
Teste estatístico		
Hipótese da diferença de média	0	
gl	10	
Stat t	-3,223291856	
P($t \leq \alpha$) uni-caudal	0,004562046	
t crítico uni-caudal	1,812461123	
P($t \leq \alpha$) bicaudal	0,009124091	
t crítico bicaudal	2,228138852	

Na realização do teste t, pode-se adotar a distribuição bicaudal ou unicaudal, para isso, deve-se sempre utilizar a tabela adequada para cada tipo de distribuição. Utilizando o MS Excel, surge o valor P($t \leq \alpha$). Esse dado estatístico chamado p-valor, também serve como comparativo para a adoção ou rejeição da hipótese nula. Caso P($t \leq \alpha$) $< \alpha$, rejeita-se a hipótese nula e caso P($t \leq \alpha$) $> \alpha$, adota-se a hipótese nula.

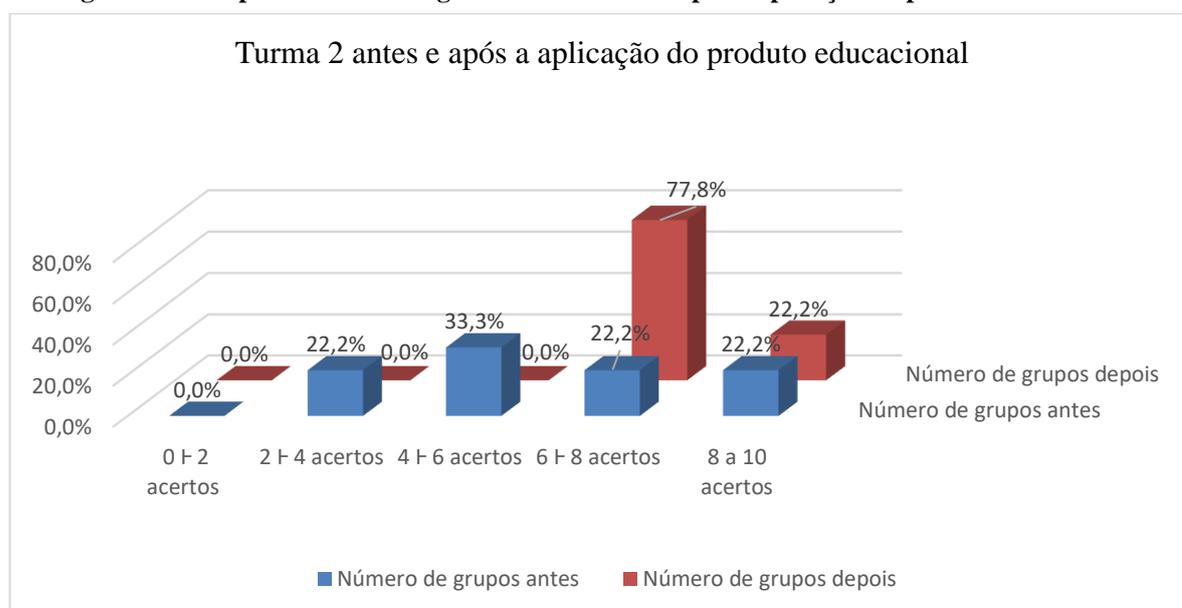
Na segunda turma os alunos foram divididos em nove grupos, e seus resultados antes e após a utilização do aplicativo são mostrados na tabela 4.

Tabela 4: Desempenho de alunos da segunda turma.

Grupo participante da pesquisa na segunda turma	Quantidade de acertos antes da utilização do aplicativo	Quantidade de acertos após a utilização do aplicativo
Grupo 01	03 acertos	06 acertos
Grupo 02	07 acertos	09 acertos
Grupo 03	08 acertos	08 acertos
Grupo 04	06 acertos	07 acertos
Grupo 05	03 acertos	06 acertos
Grupo 06	05 acertos	07 acertos
Grupo 07	05 acertos	07 acertos
Grupo 08	08 acertos	07 acertos
Grupo 09	05 acertos	07 acertos

Com os dados da tabela 4 tem-se na figura 14 um gráfico mostrando o desempenho da turma antes e após a aplicação do produto.

Figura 14- Comportamento da segunda turma antes e após a aplicação do produto educacional.



Fonte: Autor, 2018.

Com os dados desse gráfico percebe-se que antes da utilização do aplicativo as faixas de acertos que compreendem 2-4 acertos, 6-8 acertos e 8-10 acertos apresentam cada uma

22,2 % dos grupos participantes do questionário de pré-teste. Uma parcela de 33,3 % dos grupos, está na faixa de 4 F 6 acertos. No intervalo de 0 F 2 acertos não houve nenhum grupo. Já após a aplicação do produto educacional, a maioria dos grupos encontra-se no intervalo de 6 F 8 acertos, e uma pequena porcentagem desses grupos no intervalo de 8 a 10 acertos. Nos intervalos de 0 F 2 acertos, 2 F 4 acertos e de 4 F 6 acertos não tiveram nenhum grupo de alunos, portanto, nessa turma após a utilização do aplicativo a nota mínima passou a ser 6 acertos.

Aplicando o teste t de Student para os resultados obtidos nessa turma, também com a confiança de 95%, tem-se o valor t destacado na tabela 5, onde ($t < -t$ crítico). Nessa condição a hipótese nula é rejeitada e procede-se com a adoção da hipótese alternativa, afirmando que houve mudança entre as situações antes e após a aplicação do produto educacional.

Tabela 5: Teste de significância dos resultados da segunda turma.

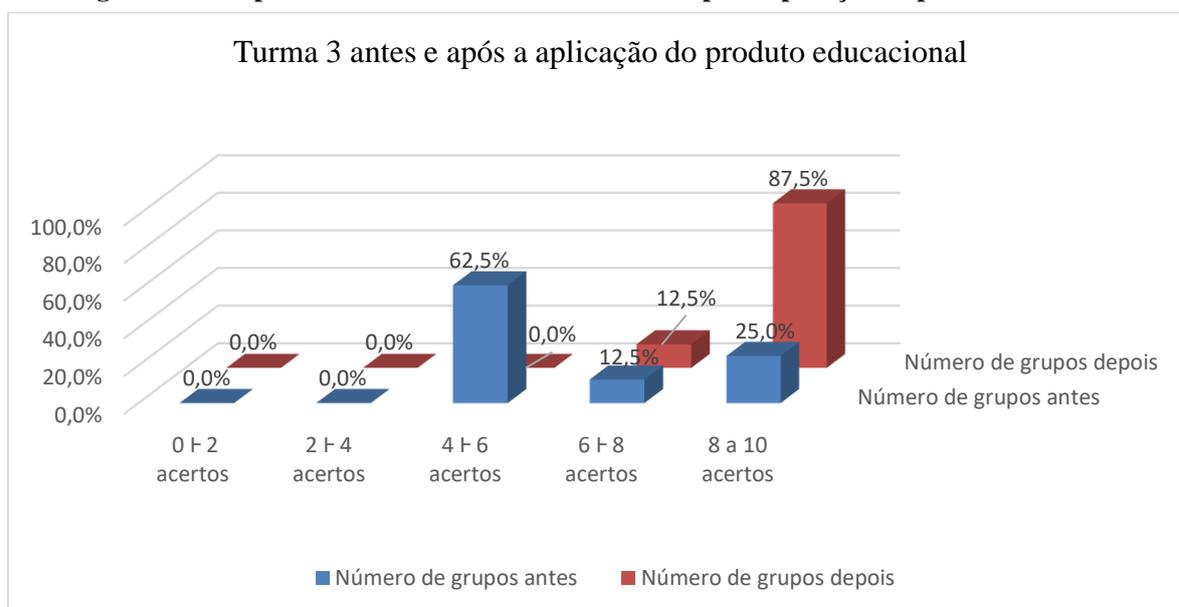
Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes, turma 2		
	Quantidade de acertos antes da utilização do aplicativo	Quantidade de acertos após a utilização do aplicativo
Média (\bar{X})	5,56	7,11
Variância (s^2)	3,527777778	0,861111111
Observações (n)	9	9
Teste estatístico		
Hipótese da diferença de média		0
gl		12
Stat t		-2,227560396
P($t \leq \alpha$) uni-caudal		0,022905699
t crítico uni-caudal		1,782287556
P($t \leq \alpha$) bicaudal		0,045811398
t crítico bicaudal		2,17881283

A terceira turma por ser um pouco menor que as outras duas, teve seus alunos divididos em oito grupos, e seus resultados antes e após a utilização do aplicativo são mostrados na tabela 6.

Tabela 6: Desempenho de alunos da terceira turma.

Grupo participante da pesquisa na terceira turma	Quantidade de acertos antes da utilização do aplicativo	Quantidade de acertos após a utilização do aplicativo
Grupo 01	04 acertos	10 acertos
Grupo 02	04 acertos	09 acertos
Grupo 03	04 acertos	07 acertos
Grupo 04	08 acertos	10 acertos
Grupo 05	06 acertos	08 acertos
Grupo 06	04 acertos	10 acertos
Grupo 07	08 acertos	08 acertos
Grupo 08	04 acertos	08 acertos

Com os dados obtidos da tabela 6 forma-se o gráfico da figura 15, mostrando o desempenho dos alunos, reunidos em grupos, ao responderem as questões antes da utilização e após a utilização do produto educacional.

Figura 15- Comportamento da terceira turma antes e após a aplicação do produto educacional.

Fonte: Autor, 2018.

Com os dados desse gráfico percebe-se que antes da utilização do aplicativo a maioria dos grupos ficou na faixa de 4-6 acertos, com 62,5 %, porém também se teve grupos nas faixas de 6-8 acertos (12,5 %) e 8-10 acertos (25 %). Nas faixas de 0-2 acertos e de 2-4

acertos, não houve nenhum grupo. Já após a aplicação do produto educacional, a maioria dos grupos (87,5 %) encontra-se no intervalo de 8 a 10 acertos, e uma pequena porcentagem desses grupos (12,5 %) no intervalo de 6 a 8 acertos. Nos intervalos de 0 a 2 acertos, 2 a 4 acertos e de 4 a 6 acertos não tiveram nenhum grupo de alunos, dessa forma, nessa turma após a utilização do aplicativo a nota mínima passou a ser 6 acertos.

Aplicando o teste t de Student para os resultados obtidos nessa turma, assim como nas outras duas turmas com uma margem confiança 95%, tem-se o valor t destacado na tabela 7, onde ($t < -t$ crítico). Nessa condição a hipótese nula também é rejeitada e procede-se com a adoção da hipótese alternativa, afirmando que houve mudança entre as situações anterior e posterior a aplicação do produto educacional.

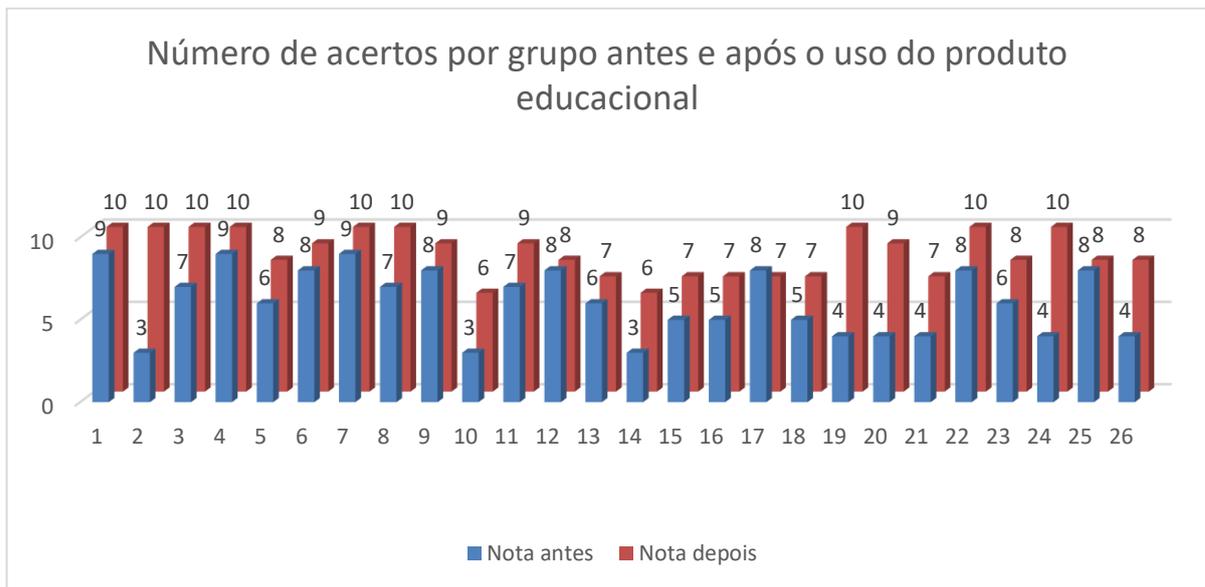
Tabela 7: Teste de significância dos resultados da terceira turma.

Teste-t: duas amostras presumindo variâncias diferentes, turma 3		
	Quantidade de acertos antes da utilização do aplicativo	Quantidade de acertos após a utilização do aplicativo
Média (\bar{X})	5,25	8,75
Variância (s^2)	3,357142857	1,357142857
Observações (n)	8	8
Teste estatístico		
Hipótese da diferença de média		0
gl		12
Stat t		-4,559372631
P($t \leq \alpha$) uni-caudal		0,000327719
t crítico uni-caudal		1,782287556
P($t \leq t$) bicaudal		0,000655438
t crítico bicaudal		2,17881283

Levando em conta os dados obtidos nas três turmas, observa-se que a forma como os alunos foram organizados para a resolução das duas listas de exercícios proporcionou a interação entre os alunos de modo que eles com a troca de informações retiradas do aplicativo, conseguissem responder várias outras questões inseridas no aplicativo e também algumas questões do ENEM que os próprios alunos levaram para a sala de aula.

Na figura 16 tem-se uma amostra do comportamento das notas de cada grupo antes e após a utilização do produto educacional mediando o processo de ensino e aprendizagem. Esses dados mostram que em 88,46% dos grupos de alunos que participaram da pesquisa evoluíram do pré-teste para o pós-teste, 7,69% mantiveram o mesmo comportamento nas duas avaliações e apenas 3,85% dos grupos apresentaram um regresso comparando as duas avaliações.

Figura 16- Notas por grupo antes e depois.



Fonte: Autor, 2018.

Os resultados obtidos nessas três turmas, onde os alunos foram distribuídos em grupos formados com quatro ou cinco componentes, estão satisfatórios para a teoria da aprendizagem abordada nessa pesquisa, pois para Vygotsky, a aprendizagem é facilitada ou tende a ter melhores resultados quando os alunos têm uma interação entre eles e com o meio em que vivem. Por outro lado, Vygotsky defende em sua teoria da aprendizagem a mediação, que nessa pesquisa foi realizada com a utilização do aplicativo ELETROMAGNETINTERATIVO.

7 CONCLUSÕES

Essa pesquisa, com o objetivo de desenvolver um aplicativo como ferramenta didática para facilitar o ensino e a aprendizagem dos conceitos relacionados às ondas eletromagnéticas, conseguiu com um nível de confiança de 95%, mostrar que o uso do mesmo contribuiu positivamente para a aprendizagem desses conceitos quando esse aplicativo foi utilizado como mediador no processo ensino e aprendizagem, pois, em todas as turmas onde o processo foi mediado pelo aplicativo, os grupos de alunos apresentaram diferença entre o teste inicial, que foi aplicado antes do uso da ferramenta didática, e o teste final, realizado após os alunos terem conhecimento das informações presentes no aplicativo. Essa conclusão é baseada nas médias dos acertos apresentados pelos grupos participantes da pesquisa ao responderem os dois testes (inicial e final), cada um com dez questões. Para a primeira turma, a média inicial foi 7,33 e a média final foi 9,56, a segunda turma apresentou para a média inicial 5,56 e para a média final 7,11 e a terceira turma apresentou 5,25 para a média inicial e 8,75 para a média final.

Durante a aplicação do produto educacional algumas dificuldades surgiram como o acesso à internet, dificultando assim o download do apk que se encontrava armazenado em nuvem. Este problema foi minimizado com outras formas de repassar o apk e posteriormente a instalação do aplicativo nos smartphones, que foram wi fi direct, cabo USB e Bluetooth. Outro problema foi o fato de alguns alunos não terem um aparelho celular ou não quererem trazer para a escola quando solicitados, por medo de assaltos, além do problema que se conhece referente ao uso telefone celular em sala de aula porque para a maioria das escolas o aparelho celular não é visto como “aliado” nesse processo.

Apesar desse aplicativo ter sido desenvolvido para alunos da 3ª série do ensino médio, pode-se sugerir seu uso também com alunos da 2ª série, quando estiver abordando o capítulo de ondulatória, pois nele há uma revisão de conceitos e fenômenos ondulatórios, que são utilizados tanto na segunda série quanto na terceira série, já alguns conceitos são comuns a ondas mecânicas e às ondas eletromagnéticas.

Esse aplicativo pode ser levado à sala de aula pelo professor para mediar o processo de ensino e aprendizagem, nesse caso o professor deve realizar um planejamento sobre o que vai ser abordado em sala, fazendo uma sequência para ser seguida pelo aluno. Essa sequência deve orientar o aluno a estudar a parte específica do conteúdo que o professor vai abordar no dia em que pretende fazer uso do aplicativo. Mas esse aplicativo também pode ser utilizado pelo aluno que queira por conta própria melhorar seus conhecimentos acerca desses conceitos ou conhecê-los pela primeira vez, pois a aplicação é de fácil manuseio, todas as informações presentes nela

são utilizadas off-line, não necessitando que o aparelho celular esteja conectado à internet e o tamanho do arquivo é pequeno, necessitando apenas de 13 MB de espaço em memória do aparelho celular.

A pergunta que se fez no problema da pesquisa pode ser respondida com margem de confiança de 95%, expondo que a utilização do produto educacional mediando o processo de ensino e aprendizagem contribuiu positivamente para esse processo, pois nas três turmas onde se aplicou o produto, houve melhoria nas respostas dos alunos após o contato dos estudantes com o aplicativo. Na primeira turma houve uma evolução de 30,43% nos acertos dos alunos, comparando o pós-teste com o pré-teste. Realizando a mesma comparação para a segunda turma, houve uma melhoria de 28,88% nas respostas apresentadas pelos alunos, já a terceira turma melhorou o índice de acertos em 66,67% após a utilização do aplicativo. Já de um modo geral, apresentando todos os grupos que responderam às duas listas de questões, 88,46% apresentaram avanço da situação inicial para a situação após o conhecimento do aplicativo.

Devido ao tempo destinado ao curso de mestrado ser um pouco curto, tendo em vista que a maioria dos discentes do curso ao mesmo tempo em que estuda trabalha, o aplicativo pode não apresentar todos os recursos que os usuários gostariam que estivessem presentes. Dessa forma, como perspectiva de futuros trabalhos, pode-se acrescentar recursos ao aplicativo, com a finalidade de deixá-lo cada vez mais atrativo aos usuários.

REFERÊNCIAS

- ACTION, P. Portal Action. **Portal Action**, 2016. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/inferencia/572-comparacao-de-medias-variancias-diferentes>>. Acesso em: 02 jun. 2018.
- ALECRIM, E. Inforwester. **Inforwester**, 2008. Disponível em: <<https://www.inforwester.com/bluetooth.php>>. Acesso em: 21 abr. 2018.
- ALMEIDA, M. J. P. M. D. Ensino de Física: para repensar algumas concepções. **Cad.Cat.Ens.Fís.**, Florianópolis, v. 9, p. 20-26, Abr. 1992. ISSN 1.
- ALVES, F. P.; MACIEL, C. A gamificação na educação: um panorama do fenômeno em ambientes virtuais de aprendizagem. **Researchgate**, nov. 2014.
- AMERICAN Cancer Society. **American Cancer Society**, 2018. Disponível em: <<https://www.cancer.org/cancer/cancer-causes/radiation-exposure/cellular-phones.html>>. Acesso em: 12 nov. 2018.
- ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. Um estudo sobre o desempenho de alunos de Física usuários da ferramenta computacional Modellus na interpretação de gráficos em Cinemática, Porto Alegre. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/2251>>. Acesso em: 20 jun. 2018.
- AYANDA, S.; BABA, A. A. Use of Mobile Phones and Cancer Risk. **Asian Pacific journal of cancer prevention**, abr. 2012.
- BESSA, V. D. H. **Teorias da Aprendizagem**. Curitiba: IESDE, Brasil S.A, 2008. 57-63 p. Disponível em: <http://files.psicologandoja.webnode.com.br/200000064-e4114e50b2/teorias_da_aprendizagem_online.pdf>. Acesso em: 10 maio 2017.
- BITTENCOURT, P. A. S.; ALBINO, J. P. O uso das tecnologias digitais na educação do século XXI. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 12, p. 205-215, 2017. ISSN 1.
- BORDENAVE, J. D.; PEREIRA, A. M. **Estratégias de Ensino-Aprendizagem**. 30. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.
- BOROCHOVICIUS, E.; TORTELLA, J. C. B. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas.
- BRIOSCHI, M. L.; YENG, L. T.; TEIXEIRA, M. J. Diagnóstico Avançado em Dor por Imagem. **Researchgate**, jan. 2007.
- CHIOFI, L. C.; OLIVEIRA, M. R. F. D. O Uso das Tecnologias Educacionais como Ferramenta Didática no Processo de Ensino e Aprendizagem. **II Seminário de Pesquisa do CEMAD**, 29 - 31 jul. 20014.

COELHO, M. N. Uma Comparação entre Team-Based Learning e Peer-Instruction e Avaliação do Potencial Motivacional de Métodos Ativos em Turmas de Física do Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, 2018. ISSN 4.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na Educação Científica como Estratégia para Formação do Cidadão Socioambientalmente Responsável. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, 2014. ISSN 2.

CORRÊA, U. et al. Redes Locais Sem Fio: Conceito e Aplicações, Florianópolis. Disponível em:

<https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/4934221/minicurso_redeslocais.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1548843500&Signature=pc0Cc fRDjQ7R7ADIkj1TWcGpZOU%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DRedes_Locais_Sem_Fio_Conc>. Acesso em: 25 jun. 2018.

FARIAS, A. A. D.; CÉSAR, C. C.; SOARES, J. F. **Introdução à Estatística**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

FORMANSKI, F. N.; ALVES, J. B. Gamificação Aplicada à Aprendizagem de Grupo. **XI CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO**, 13 e 14 ago. 2015.

GARCIA, J. N. **Manual de aprendizagem: linguagem, leitura e escrita Matemática**. Porto Alegre, RS: Artmed, 1998.

GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA, J. R.; CARRON, W. **Física Ensino Médio**. 1. ed. São Paulo: Ática, v. 3, 2013.

HAARTSEN, J. BLUETOOTH—The universal radio interface for ad hoc, wireless connectivity. **Researchgate**, 1998. ISSN 3.

HAARTSEN, J. BLUETOOTH—The universal radio interface for ad hoc, wireless connectivity. **Ericsson Review**, 1998. ISSN 3.

HAENEN, J. Sociocultural theory and the practice of teaching historical. **Researchgate**, jan. 2003.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 4, 2016.

IBGE, A. N. PNAD TIC: em 2014, pela primeira vez, celulares superaram microcomputadores no acesso domiciliar à Internet. **IBGE**, 2017. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/9564-pnad-tic-em-2014-pela-primeira-vez-celulares-superaram-microcomputadores-no-acesso-domiciliar-a-internet>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

KENSKI, V. M. Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação. **Bolema**, Rio Claro - SP, v. 29, p. 428-434, abr. 2015. ISSN 51.

LECHETA, R. R. **Google Android aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK**. 4. ed. São Paulo: Novatec, 2015.

LEITE, D. D. O.; PRADO, R. J. Espectroscopia no infravermelho: uma apresentação para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Cuiabá, jun. 2012. ISSN 2.

LIMA, A.; BAKKER,. Espectroscopia no infravermelho próximo para a monitorização da perfusão tecidual. **Revista brasileira de Terapia Intensiva**, v. 23, n. 3, p. 341-351, jul. 2011.

LIU, W. T. H. **Aplicações de Sensoriamento Remoto**. 2. ed. Campo Grande: Uniderp, 2006.

LOUREIRO, A. A. F. et al. Redes de Sensores Sem Fio. **XXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores**, 2003.

MARTINS, R. D. A. A Descoberta dos Raios X: O Primeiro Comunicado de Röntgen. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 20, p. 373-391, dez. 1998.

MEYER, M. Oficina da net. **oficina da net**, 2017. Disponível em: <<https://www.oficinadanet.com.br/post/13939-a-historia-do-android>>. Acesso em: 12 ago. 2018.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. PCN + FIS. **PNN + FIS**, 2000. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2017.

MOTA, C. P. et al. Estudo da emissão de raios infravermelho próximo em processos de soldagem a arco. **Soldagem & inspeção**, Uberlândia, mar. 2011.

OKUMO, E.; CALDAS, I. L.; CHOW, C. **Física para Ciências Biológicas e Biomédicas**. São Paulo: Harbra Ltda, 1982.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. D. H. **Teorias de Aprendizagem**. 1. ed. Porto Alegre: Biblioteca Central da UFRGS, 2011.

PEREZ, M. D. C.; VIALI, L.; LAHM, R. A. Aplicativos para Tablets e Smartphones no Ensino de Física. **Ciências&Ideias**, v. 7, p. 155-172, 2016. ISSN 1.

PORVIR. **Porvi.org**, 2016. Disponível em: <<http://porvir.org/aprendizagem-baseado-em-problemas/>>. Acesso em: 09 out. 2017.

REINALDO, F. et al. Impasse aos Desafios do uso de Smartphones em Sala de Aula: Investigação por Grupos Focais. **Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, set. 2016. ISSN 19.

REZENDE, F.; OSTERMANN, F. A prática do professor e a pesquisa em ensino de física: novos elementos para repensar essa relação. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, Porto Alegre, RS, v. 22, p. 316-337, Dez. 2005. ISSN 3.

RODRIGUES, C. et al. E-books didáticos nos ambientes de aprendizagem. **Revista da Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação da UFRGS**, v. 21, abr. 2015. ISSN 1.

SILVA, N. C. D. Física Moderna e Técnicas Computacionais: como “ver” o átomo de Hidrogênio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, p. 667 - 696, set. 2016. ISSN 2.

SOUSA, R. P. D.; MOITA, F. M. C. D. S.; CARVALHO, A. B. G. **Tecnologias Educacionais na Educação**. Campina Grande - PB: Eduepb, 2011.

SOUSA, S. C.; DOURADO, L. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): Um método de Aprendizagem Inovador para o Ensino Educativo. **HOLOS**, v. 5, p. 182-200, 2015.

SOUZA, A. N. D.; GOMES, L. Uso de um aplicativo androids para simulação e o ensino de Física Moderna. **I Seminário de Projetos Integrados**, Nova Marabá - PA, 21-25 set. 2015.

SOUZA, J. S.; FERRÃO, M. F. Aplicações da espectroscopia no infravermelho no controle de qualidade de medicamentos contendo diclofenaco de potássio. Parte I : Dosagem por regressão multivariada. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, set. 2006. ISSN 3.

TORRES, V. P.; AROCA, R. V.; BURLAMAQUI, A. F. Ambiente de Programação Baseado na Web para Robótica Educacional de Baixo Custo. **Holos**, v. 5, 2014.

VIERA, F. G.; VIERA, D. G.; VIERA, E. G. Tecnologia de identificação por radiofrequência: fundamentos e aplicações em automação de bibliotecas. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, 2007. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14702413>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

VIGOTSKII, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 11. ed. São Paulo: Ícone Editora, 2010.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 6. ed. São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora Ltda., 1991.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física**. 12. ed. São Paulo: Addison Wesley, v. 3, 2009.

APÊNDICE

Apêndice A- Produto Educacional

Introdução

Diariamente, na atividade pedagógica, o professor tem que inovar para atingir seu objetivo que é sempre realizar o melhor trabalho em sua sala de aula. Com esse propósito, nesse trabalho procurou-se uma forma de atrair o aluno para a disciplina de Física, vista pela maioria dos alunos como uma disciplina bastante difícil de se entender. Para tanto nesse trabalho foi desenvolvido um aplicativo com o nome Eletromagnetinterativo, abordando o conceito de ondas eletromagnéticas, com o objetivo de facilitar a transmissão e a compreensão desse conteúdo.

Frequentemente, os estudantes de Física no ensino médio, apresentam bastante dificuldades para entender e realizar interpretações de algumas grandezas que são de fundamental importância para o aprendizado da disciplina ao longo do ano letivo, devido a vários fatores, entre eles o baixo conhecimento em matemática. Entre as principais dificuldades estão operações matemáticas básicas, interpretar tabelas e gráficos e analisar o sinal de uma função polinomial.

As dificuldades apresentadas por boa parte dos alunos que possuem problemas de aprendizagem na disciplina normalmente não são causadas por deficiência mental, visual ou auditiva nem por falta ou inadequação de escolaridade, haja vista que só são classificadas assim quando os alunos não conseguem bons rendimentos escolares ou em suas vidas cotidianas (GARCIA, 1998, p. 211).

A linguagem matemática utilizada pela Física, muitas vezes, faz com que a maioria dos alunos quando inicia o estudo da Física, seja no ensino fundamental ou no ensino médio, veja a disciplina como uma barreira. Isso porque esses alunos apresentam várias dificuldades para compreender a Matemática.

A falta de conhecimentos gerais do aluno da escola pública é motivo de preocupação dos professores de Física, especialmente a falta de base em Matemática. Esses alunos mencionam também a deficiência que possuem no que diz respeito à leitura e compreensão dos enunciados dos problemas e a dificuldade para solucioná-los (REZENDE; OSTERMANT, 2005).

São vários os aspectos que reforçam a ideia de que a forma como se ensina a Física atualmente nas escolas, não traz influências significativas para a formação cultural do aluno,

nem contribui de forma satisfatória para que ele aprenda conceitos e leis, fundamentais para o desenvolvimento do raciocínio na solução de problemas de Física ou da vida cotidiana (ALMEIDA, 1992).

O que se percebe é que a disciplina de Física apresenta altos índices de reprovação, poucos alunos aprovados nas escolas manifestam algum conhecimento na disciplina, além dela ser responsável por boa parte da evasão escolar. Esses fatores parecem reforçar a ideia de que a Física, para boa parte dos alunos, provoca sentimentos de incapacidade de alcançar o conhecimento elaborado por estudiosos dessa disciplina. (ALMEIDA, 1992).

Além do problema relacionado às dificuldades de aprendizagem que os alunos encontram na disciplina Matemática e dificuldades para interpretar o que está lendo, o ensino de física é visto com receio pelos alunos também porque os conteúdos por eles estudados, nos níveis fundamental e médio, desperta pouco sua atenção. Por exemplo, na primeira série do ensino médio o professor passa metade do ano trabalhando conceitos de cinemática escalar. Quando o professor vai responder uma questão para mostrar uma aplicação do conteúdo, essa questão muitas vezes é sem contexto por conta de os livros didáticos não apresentarem mudanças significativas de uma edição para outra. Os alunos em sua maioria querem explicações para fenômenos que eles veem em seu cotidiano.

No caso específico da escola pública, a carga horária é muito pequena e normalmente o professor não consegue avançar com o conteúdo ao longo do ano letivo, dessa forma, acaba não ministrando os conteúdos que talvez despertasse mais interesse para os alunos, por ser uma forma mais completa de tratar os fenômenos explicados pela Física.

Uma forma de chamar a atenção dos alunos para o mundo fantástico da Física é ensinar a Física e ao mesmo tempo fazer com que os alunos percebam que essa ciência tem ligação com a maioria das tecnologias utilizadas seja pelos alunos ou por qualquer outra pessoa. Quando se está ministrando um conteúdo e imediatamente após ou paralelo à explicação o aluno se depara com uma aplicação tecnológica daquele conteúdo, esse aluno normalmente demonstra mais interesse em aprender esse conteúdo.

Esse aplicativo foi desenvolvido como produto educacional no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, realizado pela Universidade Federal do Piauí, em parceria com a Sociedade Brasileira de Física. Esse aplicativo trata dos fenômenos ligados às ondas eletromagnéticas, apresentando uma breve revisão de ondas e uma descrição das ondas

eletromagnéticas, além de listas de exercícios para que seja possível verificar o nível de aprendizagem.

Teoria Sócio-histórica-cultural da Aprendizagem

Lev Semenovich Vygotsky foi um psicólogo bielo-russo, conhecido no ocidente após sua morte, aos 38 anos, em 1934. Um importante pesquisador, sendo precursor na noção de que o desenvolvimento intelectual das crianças se dar com as interações sociais que elas têm com outras crianças, com adultos e com o meio onde vivem (BESSA, 2008).

A ideia central da teoria de Vygotsky é a de atividade. É essa atividade, a responsável pela construção da estrutura funcional da consciência. A estrutura da consciência é formada pelos instrumentos e signos. Uma atividade importante para a construção da consciência humana, é uma atividade que seja mediada, utilizando para isso, instrumentos e signos (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011).

Vygotski, Luria e Leontiev (2010), defendem que o desenvolvimento humano se dá quando se consegue interiorizar os instrumentos e os signos. Citando como exemplo um objeto do dia-a-dia de uma criança, uma cadeira (instrumento), o objeto cadeira foi desenvolvido pelo homem ao longo de sua história, sendo utilizado para se sentar. Essa característica de construir objetos e guarda-los para uso futuro é típica do ser humano, isso é passado para outras gerações através da interação entre os mais jovens e os mais idosos.

Já o signo é uma característica psicológica que se destina ao próprio sujeito, para o controle das ações psicológicas. Ele possibilita uma ação psicológica mais complexa, tornando assim, maior o controle sobre a ação motora e o comportamento. O signo transforma-se em processo interno, propiciando o desenvolvimento de sistemas simbólicos, e estruturas mais complexas (BESSA, 2008).

Alguns processos elementares (como os reflexos) têm origem biológica e formam a base das funções superiores e conscientes como o pensamento, a linguagem, e a formação de conceitos, que têm de origem sociocultural. É Através da atividade que os processos psicológicos superiores se desenvolvem. A organização funcional proposta por Vygotsky, trata-se de um modelo de arquitetura variável, cuja forma está definida na interação e na cultura (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011).

A zona de desenvolvimento proximal (ZDP), apresenta-se como o conceito que mais repercute na teoria de Vygotsky. A zona de desenvolvimento proximal é uma diferenciação (desnível) entre o real entendimento apresentado pelo aluno acerca de determinado assunto e o

que ela tem capacidade para entender. O aluno alcança sua capacidade de entendimento a respeito de determinado assunto com o auxílio de um adulto ou de um professor. O professor ou outra pessoa atua mediando o processo de aprendizagem do aluno, fazendo com que ele supere a ZDP (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011).

O ponto mais importante do conceito de ZDP é a forma como se trata o aprendizado e o desenvolvimento. Assim, Vygotsky avalia como ineficaz um aprendizado que seja direcionado para níveis de desenvolvimento que foram atingidos (VIGOTSKI; LURIA; LEONTIEV, 2010).

Para superar a ZDP, não se parte para outra fase no processo do desenvolvimento, mas procura-se formas de se atingir esse desenvolvimento ideal para o aluno (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011).

Para Vygotsky:

...o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer. Assim, o aprendizado é um aspecto necessário e universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas e especificamente humanas (VYGOTSKI, 1991, p. 64).

O professor tem importância nas interações sociais do estudante, sendo mediador dessas interações. Para ser mediador nesse processo, o professor usa uma linguagem adequada ao nível do estudante. Essa linguagem é importante, pois usa um conjunto de signos e instrumentos para que seja possível o entendimento do processo ensino e aprendizagem. Assim para Vygotsky, o principal objetivo da educação é o desenvolvimento cultural da consciência (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011).

Para Vygotsky, o homem adquire conhecimento a partir de interações com o meio físico e social. Ele entende que os processos mentais se desenvolvem com a internalização de culturas e comportamentos, não sendo originadas automaticamente ou biologicamente. Vygotsky defende que a interação do homem com o meio sociocultural, desenvolve as características tipicamente humanas, diferenciando-o de outros animais (BESSA, 2008).

Mediação

Na teoria de Vygotsky, apesar de terem suporte biológico, as funções psicológicas são fundamentadas em relações do indivíduo com a sociedade. Dessa forma, para a construção da natureza humana, a cultura apresenta uma importante parte para a transformação do animal homem em um ser sócio histórico (BESSA, 2008).

A relação do homem com o mundo é mediada por sistemas de símbolos que fazem com que o indivíduo tenha compreensão do mundo e de si próprio, como integrante da sociedade. Esses elementos mediadores atuam no desenvolvimento humano, tornando as relações com o meio social mais complexas (BESSA, 2008).

Aprendizagem e desenvolvimento

Tendo atenção ao aprendizado, Vygotsky considera que esse processo está relacionado a processos de desenvolvimento que têm base na cultura, concluindo assim que o aprendizado está relacionado a aspectos humanos das funções psicológicas (COELHO, 2018).

A aprendizagem se dá pelo surgimento de processos de desenvolvimento no interior do indivíduo, processos esses que não aconteceriam sem uma vivência com o ambiente sociocultural (BESSA, 2008).

A teoria de Vygotsky tem suporte no processo sócio histórico, dessa forma a relação entre o indivíduo que aprende e o indivíduo que ensina é fundamental para o aprendizado. A falta de condições favoráveis para o aprendizado compromete o desenvolvimento. Assim, para que se tenha aprendizado, o indivíduo deve ter uma relação com o ambiente sócio-histórico-cultural onde vive, desencadeando processos internos de desenvolvimento (BESSA, 2008), (COELHO, 2018).

Para a teoria de Vygotsky, os outros indivíduos da sociedade têm importância relevante quando se leva em consideração a ZDP. Essa importância é notável quando a interação de um indivíduo com outro que apresente um nível de conhecimento mais elevado, faz com que se alcance o nível de conhecimento desejado para esse indivíduo (BESSA, 2008), (BESSA, 2008).

Ondas Eletromagnéticas

As ondas eletromagnéticas tiveram início no século XIX, onde foram previstas teoricamente por J. C. Maxwell e mais tarde foram confirmadas em experiências realizadas por H. R. Hertz. No entanto, Guglielmo Marconi foi quem primeiro fez uso das descobertas de Hertz (as ondas hertzianas) para o envio de mensagens através do espaço, sem a utilização de fios (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

James Clerk Maxwell uniu as duas teorias sobre eletricidade e magnetismo existentes na época, entre 1864 e 1865, dando origem ao eletromagnetismo. Essa nova teoria é composta por um conjunto de equações conhecidas como equações de Maxwell. O trabalho desse pesquisador teve tanta importância que foi comparado à formulação das leis de Newton para a mecânica (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

As equações apresentadas por Maxwell, abrangem as leis da teoria elétrica e da teoria magnética, mas além disso, previam a existência de ondas que se deslocariam no vácuo com velocidade de $3 \cdot 10^8$ km/s. Essas ondas hoje são conhecidas como ondas eletromagnéticas, tendo a comprovação através de experimentos realizados por Heinrich Rudolf Hertz em 1887, onde utilizou uma fonte de frequência conhecida para produzir as ondas eletromagnéticas estacionárias (YOUNG; FREEDMAN, 2009).

Em seu experimento, Hertz partiu da medida do comprimento de onda. A partir do valor encontrado e considerando que a frequência da onda seria igual à frequência da fonte que a originou, Hertz fez uso da equação fundamental da ondulatória (1), verificando assim, que a velocidade da onda era igual à velocidade conhecida na época, para a luz.

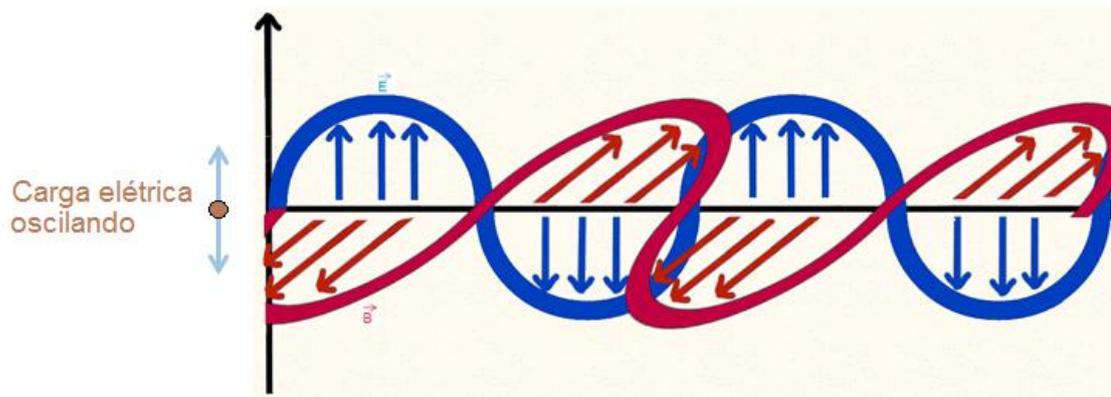
$$v = \lambda * f \quad (1)$$

No sistema internacional de unidades (SI), a unidade de medida para a frequência é o ciclo por segundo ou o inverso do segundo (s^{-1}), denominado **hertz** (Hz). Essa unidade leva o nome do cientista em reconhecimento ao trabalho realizado por Hertz (YOUNG; FREEDMAN, 2009).

Em meados do século XIX, época em que vivia Maxwell, só se conhecia como ondas eletromagnéticas a radiação infravermelha, a luz visível e a radiação ultravioleta. Tendo como ponto de partida as previsões da existência das ondas eletromagnéticas, H. R. Hertz chegou à descoberta das ondas que hoje são as conhecidas ondas de rádio. Após a descoberta dessas ondas, Hertz observou que elas apresentavam a mesma velocidade da luz visível (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

As ondas eletromagnéticas são obtidas pela oscilação de dois campos, um campo elétrico (\vec{E}) perpendicular a um campo magnético (\vec{B}) como mostrado na figura A1. Da mesma forma que se produz ondas mecânicas na água por meio da agitação, podem-se produzir ondas eletromagnéticas no ar por meios da variação de uma corrente elétrica, do movimento de uma carga elétrica, de um campo elétrico ou magnético. A frequência das ondas produzidas é igual à da variação que a gerou (YOUNG; FREEDMAN, 2009).

Figura A1. Geração de uma onda eletromagnética.



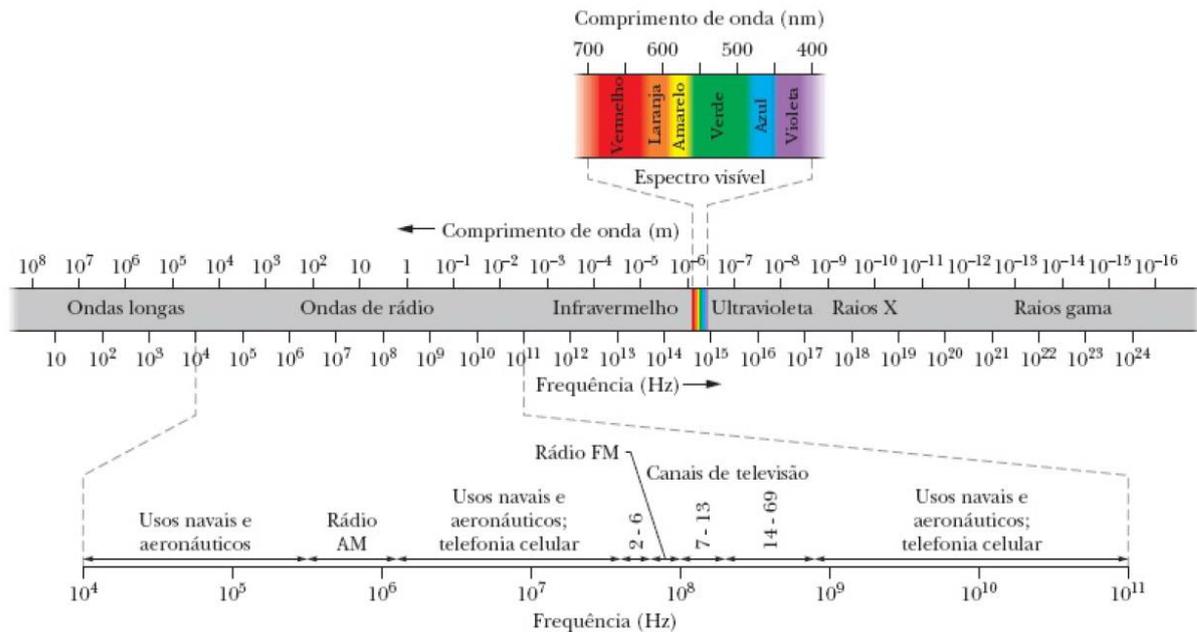
Fonte: Desenvolvida pelo Autor, 2017.

O sol é a fonte predominante na emissão de ondas eletromagnéticas para a Terra, definindo assim, ambiente no qual a espécie humana evolui e se adapta. A todo instante o corpo humano é atingido por ondas eletromagnéticas, sejam sinais de rádio, televisão ou telefonia celular. Os sinais de Micro-ondas emitidos por aparelhos de radar podem chegar qualquer pessoa e assim atingir seu corpo. As ondas podem ter várias origens, podem ser provenientes das lâmpadas, dos motores quentes dos automóveis, das máquinas de raios X, dos relâmpagos e dos elementos radioativos existentes no solo. As ondas eletromagnéticas podem chegar à Terra tendo origem nas estrelas e em outros corpos de nossa galáxia e de outras galáxias. As ondas eletromagnéticas também viajam no sentido oposto, da Terra para outros locais. Alguns sinais de televisão, emitido na Terra desde o início das transmissões em 1950, já levaram informações de vários tipos a qualquer civilização tecnicamente sofisticada que porventura habite um planeta em órbita de uma das 400 estrelas mais próximas da Terra (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Na figura 2 é mostrado o espectro eletromagnético em escala de comprimentos de onda, (e na escala de frequências correspondente). As extremidades da escala estão em aberto por que o espectro eletromagnético não apresenta limites definidos. Em algumas regiões do espectro eletromagnético são utilizadas identificações específicas como raios X e micro-ondas. Essa região do espectro apresenta intervalos de comprimentos de onda, não muito bem definidos, onde são utilizados os mesmos tipos de fontes para geração das ondas e detectores de radiação. Em outras partes do espectro, como os sinais de TV e de rádio AM, tem-se bandas específicas legalmente utilizadas para fins comerciais ou outros propósitos. No espectro eletromagnético não há espaços vazios. Outra característica importante dessas ondas, é que não importando sua localização no espectro, todas elas propagando-se no vácuo, apresentam a mesma velocidade $c = 3 \cdot 10^8$ m/s (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

As ondas eletromagnéticas apresentam a característica de cada tipo de onda ter origem em equipamentos distintos. Para a geração de ondas de rádio, utilizam-se circuitos elétricos oscilantes. Para a obtenção de ondas de raios X, são utilizadas oscilações que ocorrem na escala atômica ou a desaceleração de elétrons. Isso por conta da alta frequência apresentada por essas ondas (YOUNG; FREEDMAN, 2009).

Figura A2- Espectro Eletromagnético.



Fonte: HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016.

Ondas de Rádio

Para a geração de ondas de rádio, utilizam-se circuitos elétricos onde a tensão elétrica e a corrente elétrica são variáveis. Para as ondas de rádio a frequência varia em uma escala de 10² Hz a 10⁶ Hz ou tratando do comprimento de onda, de 10⁶ m a 10² m. (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

A troca de informações entre um ponto que emite o sinal ondulatório (emissor) e um outro que recebe esses sinais (receptor) é realizado através das ondas de rádio. Sua aplicação abrange transmissões nas estações de rádio, transmissão das emissoras de televisão, comunicação por telefone e transmissão de dados pela internet. (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

As ondas eletromagnéticas apresentam no ar, maior alcance e maior velocidade que as ondas sonoras. Esse fenômeno ocorre porque o ar tem características próximas às do vácuo para a propagação das ondas eletromagnéticas, condição onde essas ondas apresentam maior velocidade. Em uma transmissão realizada por uma estação de rádio, como um programa de músicas, a pessoa que está recebendo o sinal sonoro das músicas, recebe esse sinal praticamente

no mesmo instante em que ele é emitido e convertido em som (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

Micro-ondas

As ondas classificadas como micro-ondas localizam-se no espectro eletromagnético, considerando a frequência, logo na sequência das ondas de rádio e antecede as ondas de infravermelho. Sua frequência varia entre 1 GHz e 100 GHz e seu comprimento de onda compreende valores de 1 mm a 1 m. (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

As primeiras aplicações das micro-ondas em radares se deram entre 1940 e 1950. O significado de “radar” (*Radio Detection and Ranging*), é detecção e localização por ondas de rádio. Porém, a substituição das ondas de rádio por micro-ondas trouxe um grande avanço no setor, haja vista que as micro-ondas apresentam menor comprimento que as ondas de rádio, possibilitando que ocorram menos os efeitos da difração (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

Em uma transmissão realizada por uma estação de rádio, quem possuir um receptor pode capturar o que está sendo emitido por essa estação. Por esse motivo, para se enviar informações a uma pessoa específica, as micro-ondas são mais adequadas que as ondas de rádio. Uma situação como a descrita, de um receptor específico, é o modo como se transmite a informação entre os aparelhos de telefonia celular. Outra vantagem das micro-ondas em relação às ondas de rádio está na frequência, como a frequência das micro-ondas é maior, possibilita maior tráfego de informações. Por outro lado, as micro-ondas também apresentam desvantagens em relação às ondas de rádio. Essa desvantagem está relacionada à necessidade de antenas de recepção e retransmissão do sinal. Isso se deve ao fato das micro-ondas não serem refletidas na alta atmosfera, necessitando dessas torres com uma distância em torno de 40 km (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

Raios X

As ondas classificadas como raios X tiveram sua descoberta em 1895, tendo como responsável o físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen. Esse tipo de onda não demorou muito para que passassem a ser utilizadas na medicina. Seu uso não se limita apenas a vê a estrutura óssea, mas se estende a outras estruturas do corpo, sendo bastante utilizados no diagnóstico de tumores e também em seu tratamento através da radioterapia. A aplicação dos raios x é bem ampla, sendo utilizados com muita frequência em aeroportos para verificar que materiais os

passageiros transportam por exemplo nas malas (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

As ondas de raios X, assim como toda onda eletromagnética, quando se propagam no vácuo a velocidade de propagação é $3 \cdot 10^8$ m/s. uma característica importante desse tipo de onda é a absorção, os raios X apresentam absorção diferente para materiais de naturezas distintas. Por esse motivo, tem-se radiografias de diversas partes do corpo humano para diagnóstico de fraturas ósseas e de outras anomalias. Na obtenção de exames radiológicos como uma radiografia, leva-se em conta que elementos químicos pesados como cálcio e bário, absorvem essa radiação melhor que elementos químicos leves como hidrogênio, carbono e oxigênio. Assim as estruturas ósseas são visualizadas com nitidez em uma radiografia (OKUMO; CALDAS; CHOW, 1982).

Devido à absorção dos raios X ser diferenciada, dependendo do tipo de material onde essas ondas estão incidindo, a intensidade dos raios X decresce à medida que essa radiação vai atravessando determinados meios. O fenômeno da diminuição da intensidade dos raios X é conhecido como atenuação de raios X e é provocada pela absorção e pelo espalhamento do feixe de raios X. Quando se tem um feixe de raios X com mesma energia, o decréscimo é dado pela equação (2), onde I é a intensidade do feixe após a passagem através de um meio de espessura x ; i é a intensidade inicial do feixe (I e I_0 são medidos em $J/(m^2 \cdot s)$ ou W/m^2); μ é o coeficiente de atenuação linear do meio, que depende do meio e da energia da radiação. O produto $\mu \cdot x$ deve ser adimensional (OKUMO; CALDAS; CHOW, 1982).

$$I = I_0 * e^{-\mu \cdot x} \quad (2)$$

Infravermelho

As ondas de infravermelho foram descobertas pelo astrônomo alemão Friedrich Wilhelm Herschel (1738 – 1822) em 1800, com a realização de experiências sobre as temperaturas das cores do espectro solar, onde ele observou que a temperatura dessa radiação era maior na região do vermelho e que a temperatura aumentava ainda mais além dessa região, com comprimento de onda maior e já localizados na faixa do espectro invisível ao olho humano (LEITE e PRADO, 2012).

Essas ondas de infravermelho são obtidas nas camadas eletrônicas mais externas dos átomos e moléculas. Situam-se na faixa de frequência de 10^{12} Hz a 10^{14} Hz. Seus comprimentos de onda variam entre a milionésima parte do metro (10^{-6} m) a 1 milímetro (10^{-3} m) (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

Para o ser humano, as ondas de infravermelho são invisíveis, porém, o corpo humano pode detectar essas ondas, agindo como sensor da radiação infravermelha. Quando uma pessoa se coloca próxima de um local onde há a emissão dessas ondas, como ao redor de uma fogueira, o corpo detecta essas ondas, absorvendo-as na forma de calor. Na superfície do Sol há a emissão de ondas em várias regiões do espectro eletromagnético, entre elas ondas de infravermelho, luz visível e ultravioleta. Todas essas ondas emitidas pelo Sol são fundamentais o desenvolvimento e para manter a vida na Terra (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

Existem vários materiais com sensibilidade à radiação infravermelha, podendo ser usados como sensores para acionamento ou desligamento de equipamentos eletrônicos, por exemplo. Na figura A3 tem-se um secador de mãos, normalmente encontrados em banheiros, que funciona automaticamente quando colocamos as mãos sob ele.

Figura A3- Secador de mãos ativado por infravermelho.



a) Secador desligado.

b) Secador ligado após a mão está sob o sensor infravermelho.

Fonte: Autor, 2018.

Esse equipamento possui um sensor que emite ondas na faixa do infravermelho e também capta ondas nessa mesma faixa do espectro eletromagnético, que são refletidas. Assim como nos secadores de mãos, há pias para a lavagem de mãos com o acionamento por infravermelho. Nesse caso, a radiação é refletida no interior da pia e retornam ao dispositivo. A colocação das mãos interceptando esse feixe aciona um mecanismo que libera o fluxo de água. A retirada das mãos faz com que o sistema volte à situação original, e o fluxo de água é interrompido (GUIMARÃES, PIQUEIRA e CARRON, 2013).

As ondas de infravermelho apresentam várias utilidades, entre elas destacam-se as formas como essas ondas são mais utilizadas pela população. Nesse caso, pode-se citar os controles remotos, que são bastante comuns para acionar aparelhos que se usa no dia-a-dia, como TV, rádio, ar-condicionado, etc. O acionamento de um botão no controle remoto para exercer determinada função como mudar o canal de um aparelho de TV, por exemplo, faz-se com que um sinal de onda infravermelha seja emitido e posteriormente detectado por um sensor presente no aparelho que se deseja manusear através da utilização do controle remoto. (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013).

Para todos os valores de temperatura há emissão de ondas de infravermelho, ou seja, todo corpo com temperatura acima de $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ (pois não há registro de temperaturas abaixo desse valor, conhecido como zero absoluto) emite radiação infravermelha. Com o conhecimento dessa característica, pode-se utilizar detectores de infravermelho por exemplo, para a localização de aviões, pessoas e animais, e também para a determinação da temperatura destes corpos e objetos. Além das ondas de raios X, o infravermelho também é utilizado na área médica, permitindo a obtenção de imagens térmicas que chegam a diagnósticos não obtidos por exemplo, com a utilização apenas dos raios X (GUIMARÃES; PIQUEIRA; CARRON, 2013), (MOTA, MACHADO, *et al.*, 2011).

Wireless

Há uma forma de comunicação, como a utilizada por onda de rádio ou na comunicação por telefones celulares, onde não se necessita de fios para essa finalidade. Esse tipo de troca de informações é conhecido como wireless. Para que se tenha a comunicação por wireless, os dispositivos envolvidos nesse processo podem localizar-se próximos, como é o caso da comunicação por Bluetooth, ou podem estar bem distantes, como é o caso da localização de aviões por radares. O termo wireless, significa comunicação sem fio (ALECRIM, 2008).

Como exemplo de utilização do wireless, tem-se as ondas de Bluetooth, bastante utilizadas atualmente em dispositivos de áudio como fones de ouvido e caixas de som. Além

do Bluetooth, tem-se também o infravermelho, utilizado principalmente em controles remotos, a comunicação por rádio e TV, além do telefone Celular, com as tecnologias 3G e 4G. (LOUREIRO, NOGUEIRA, *et al.*, 2003), (ALECRIM, 2008).

A tecnologia do Bluetooth possibilita a troca de informações entre smartphones, tablets, computadores, caixas de som, fones de ouvido, entre outros dispositivos, sem a utilização de fios ou cabos. Essa comunicação pode ser realizada entre o mesmo tipo de equipamento, como entre celulares, ou entre equipamentos distintos, como é o caso de quando se manuseia um computador com a utilização de teclado e mouse sem fio. O surgimento da tecnologia Bluetooth é datado de meados da década de 1990, mais precisamente em 1994 (ALECRIM, 2008).

A origem da comunicação por Bluetooth se deu com a empresa fabricante de telefones celulares Ericsson, que na época, iniciou estudos sobre a possibilidade de desenvolvimento de uma tecnologia para a comunicação entre seus celulares e também os acessórios, através da utilização de ondas de rádio que não tivessem um custo elevado. Esse tipo de transmissão de dados visava a substituição dos tradicionais fios (cabos de dados) utilizados para transmitir dados entre dispositivos (ALECRIM, 2008), (LOUREIRO, NOGUEIRA, *et al.*, 2003).

Essa tecnologia passou a despertar interesse de várias empresas do ramo. Foi tanto, que em 1998 era fundado o SIG (Bluetooth Special Interest Group), uma associação das empresas Ericsson, Intel, IBM, Toshiba e Nokia. A partir daí o Bluetooth passou a ser utilizado no mundo inteiro, principalmente por conta da frequência utilizada para essa comunicação, que é uma frequência aberta e aceita internacionalmente (ALECRIM, 2008), (LOUREIRO, NOGUEIRA, *et al.*, 2003).

Ao longo dos anos, a tecnologia Bluetooth passou por evoluções onde foi ganhando novas versões. A versão atualmente mais utilizada é o Bluetooth 5, que teve seu lançamento no ano de 2016. Entre as principais vantagens dessa versão estão a possibilidade de comunicação com dispositivos a uma distância que pode chegar a 40 metros, ao invés de 10 metros permitidos nas versões anteriores. Outra vantagem é a velocidade na transmissão de dados que para a versão 5 chega a 50 Mb/s, superando a velocidade de 40 Mb/s apresentada na versão 4. (LOUREIRO, NOGUEIRA, *et al.*, 2003), (ALECRIM, 2008).

Exposição Prolongada à Radiação Eletromagnética

A radiação eletromagnética é composta por vários tipos de ondas representadas na figura 2, onde essa radiação se estende desde as ondas com comprimento de onda da ordem de 10^8 m, denominadas ondas longas, localizadas na faixa conhecida como infravermelho, às ondas com

comprimentos de onda da ordem de 10^{-16} m, representando ondas com energia bastante elevada (raios gama). A radiação na faixa de infravermelho é chamada de radiação não ionizante e a radiação localizada na faixa de ultravioleta é chamada de radiação ionizante, por conta de sua energia ser elevada. A radiação ionizante provoca vários efeitos em organismos vivos, entre eles pode-se destacar a alteração no processo de divisão das células no organismo humano. O que se procura detalhar nessa seção do trabalho é o efeito da exposição prolongada do corpo humano às radiações de rádio e micro-ondas.

Diariamente boa parte da população utiliza telefones celulares. Esses dispositivos de comunicação operam com ondas eletromagnéticas localizadas no espectro eletromagnético, entre as ondas de rádio FM (*frequência modulada*) e as micro-ondas. Essas ondas utilizadas pelos celulares são chamadas ondas RF (*radiofrequência*), com frequência entre 3 kHz e 300GHz.

No espectro eletromagnético mostrado na figura 2, há a classificação das ondas eletromagnéticas por faixa de frequência ou por intervalos de comprimento de onda. Além dessa divisão das ondas em grupos, há outra classificação, relacionada ao efeito que a radiação causa em organismos vivos. Para essa classificação, ondas localizadas na região de infravermelho (ondas eletromagnéticas com frequência menor que a frequência da luz vermelha) e luz visível são denominadas radiação não ionizante e as ondas pertencentes à faixa do ultravioleta (ondas eletromagnéticas com frequência maior que a frequência da luz violeta) são denominadas radiação ionizante (American Cancer Society, 2018).

Uma característica das ondas RF é apresentar frequência abaixo da apresentada pelas ondas ionizantes. Não sendo, portanto, capaz de causar câncer. Esse fato se explica por conta dessa radiação não possuir energia suficiente para modificar o DNA das células. As ondas que podem causar esse efeito danoso às células são ondas localizadas na faixa do ultravioleta como é o caso dos raios X e os raios gama (American Cancer Society, 2018).

Metodologia

Conhecendo o aplicativo

Essas informações iniciais têm como objetivo orientar os usuários acerca da utilização deste aplicativo, para facilitar e tornar mais ágil seu manuseio.

A tela inicial do Aplicativo possui uma descrição do aplicativo. Para acessar o conteúdo presente, o usuário deve clicar no botão que dá acesso a uma lista de menus. O botão é mostrado na figura A4.

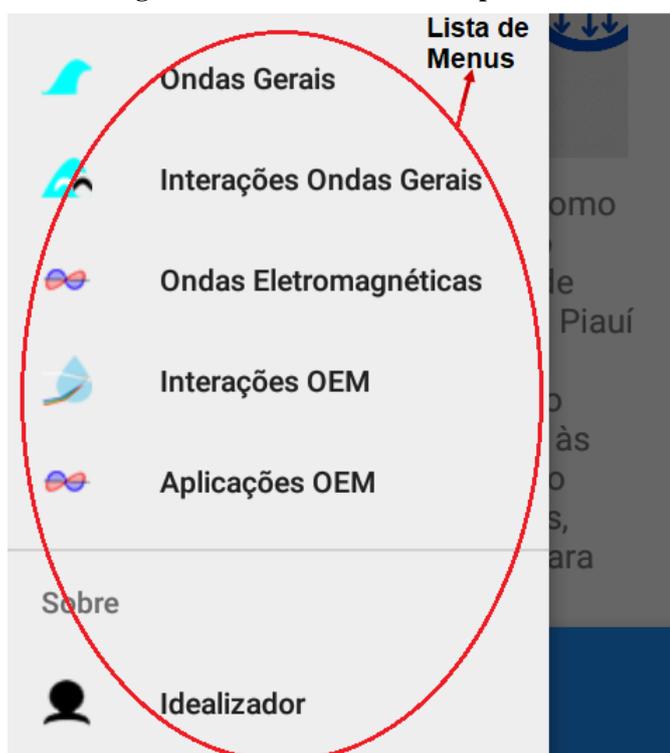
Figura A4- Botão de acesso aos menus do Aplicativo.



Fonte: autor, 2018.

Após clicar no botão indicado acima, surgirá uma lista de menus como indicado na figura A5.

Figura A5- Lista de menus do Aplicativo.



Fonte: autor, 2018.

Após escolhido o menu da lista, surgirá uma tela, na qual aparece em sua parte inferior uma barra de botões com opções de navegação entre outras telas. A barra de botões é mostrada na figura A6.

Figura A6- Barra de botões para alternar entre as telas de uma seção.



Fonte: autor, 2018.

Para alternar entre as várias telas, o usuário deve utilizar preferencialmente os menus presentes na lista mostrada na figura A5, ou a barra de botões mostrada na figura A6. Não se deve utilizar o botão voltar do aparelho em que se está utilizando o aplicativo, pois fazendo isto o usuário sairá do aplicativo, retornando à tela temporária que surge ao iniciar o aplicativo. O botão voltar é mostrado na figura A7.

Figura A7- Imagem mostrando o botão utilizado para voltar em um smartphone ou tablet com Android.



Fonte: autor, 2018.

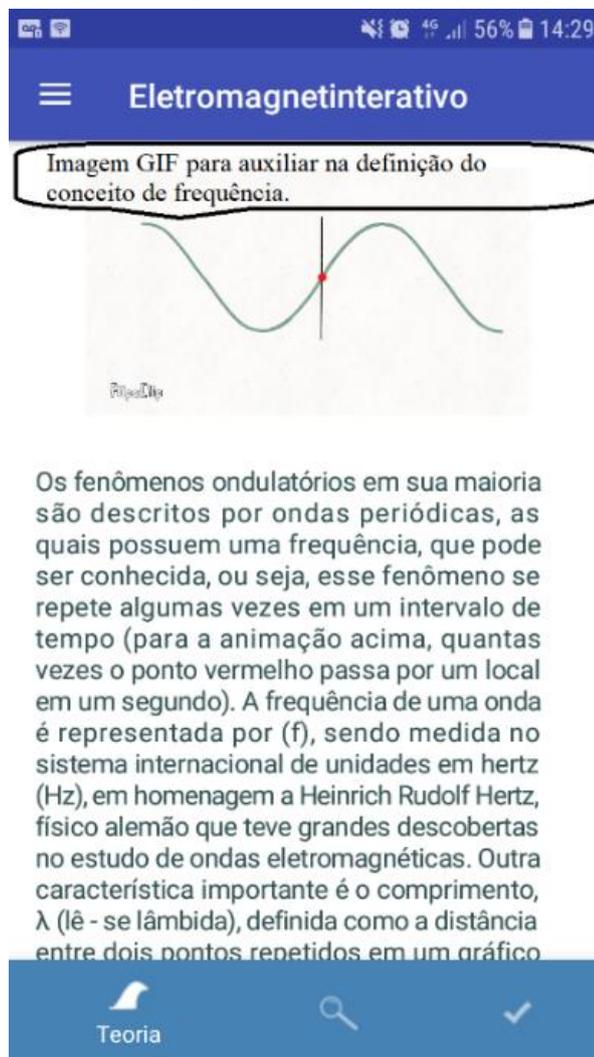
Caso o usuário utilize o botão voltar sem querer, basta clicar sobre a imagem que aparece mais abaixo nessa tela. Fazendo isso o acesso ao Aplicativo é reestabelecido.

Para o desenvolvimento desse aplicativo, utilizou-se o Software Android Studio, nesse programa a linguagem abordada é o Java e, nessa linguagem a representação de números em potências é feita da seguinte forma x^y (lê-se x elevado a y. para representar a velocidade das ondas eletromagnéticas no vácuo, por exemplo, usa-se $c = 3 \cdot 10^8$ m/s. Outra forma que o Java entende é especificamente para a representação de números em potências de dez. Para inserir no aplicativo, por exemplo a velocidade das ondas eletromagnéticas no vácuo $3 \cdot 10^8$ m/s), pode utilizar a seguinte representação (3E8), a letra E substitui a base dez da potência e o sinal de multiplicação. Nessa forma de representar o número, a letra (e) pode ser maiúscula ou minúscula, não há distinção entre os dois formatos da letra.

Guia de utilização do produto educacional com orientações do professor.

Esse aplicativo é dividido em cinco menus como indica a figura A5, o primeiro, refere-se a alguns conceitos de ondas de uma forma mais geral, onde é possível mostrar o conceito de frequência e período com a utilização de imagem animada (GIF - Graphics Interchange Format), mostrada na figura A8.

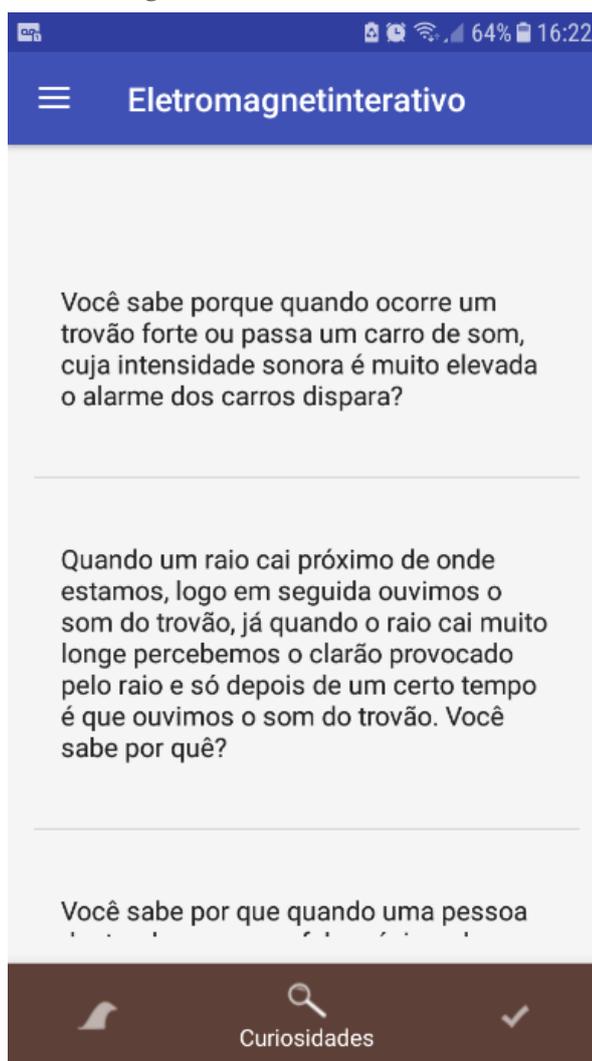
Figura A8- Imagem para auxiliar na definição de frequência.



Fonte: autor, 2018.

Com a utilização dessa imagem, pode-se observar a oscilação do ponto vermelho e a partir dessa oscilação define-se a frequência e também o período do movimento repetitivo.

Tratando ainda da primeira parte, tem-se algumas curiosidades referentes às ondas e que acontecem diariamente e nem sempre são relacionados ou observados como fenômenos ondulatórios. A tela de curiosidades é mostrada na figura A9.

Figura A9- Tela de curiosidades.

Fonte: autor, 2018.

Para que o estudante veja a resposta da curiosidade basta clicar sobre o texto de cada curiosidade. Após o click a resposta é exibida em uma mensagem que aparece com um fundo escuro.

Ainda na parte de ondas de uma forma geral, tem-se os exercícios tratando de fenômenos ondulatórios com todas as classificações. Nessa tela há o enunciado da questão, em algumas questões também existe a figura para que se retire alguma informação importante para a resolução da referida questão, incluindo imagens animadas (GIF), três alternativas para a escolha de apenas uma correta e um botão onde é possível acessar uma dica para facilitar a resolução. Essa tela é mostrada na figura A10.

Figura A10- Tela de exercícios para ondas gerais.

Acertos **0 de 25**

A figura abaixo representa o comportamento de um fenômeno ondulatório. O comprimento dessa onda é:

5 cm

10 cm

20 cm

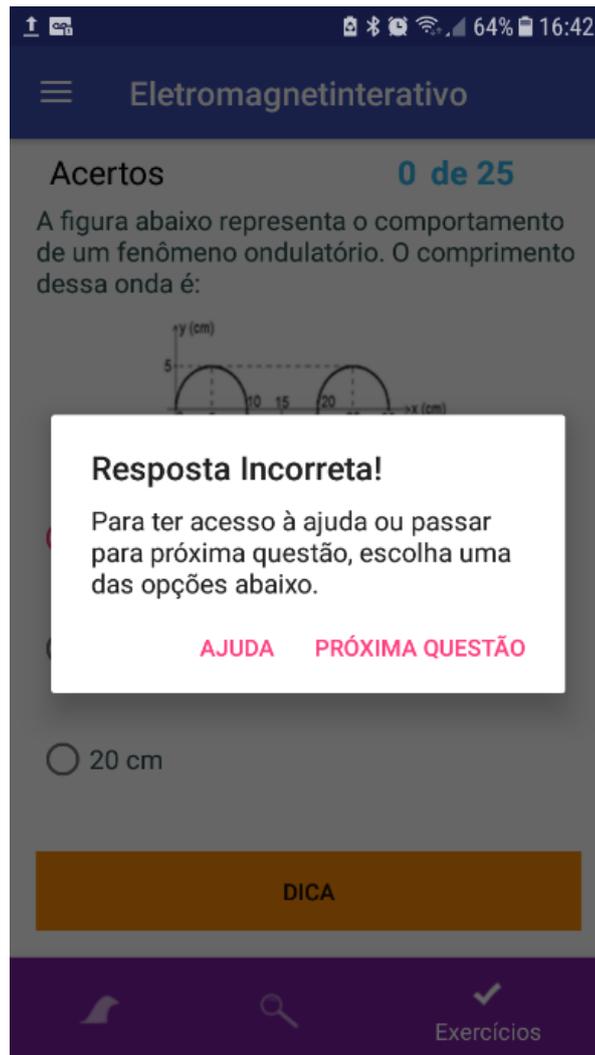
DICA

Exercícios

Fonte: autor, 2018.

Quando o usuário escolhe uma opção, surge uma mensagem informando se a resposta está correta ou errada e o número de acertos é modificado, caso a resposta esteja correta. Caso a resposta esteja errada, surge a mensagem informando que houve o erro e surge uma caixa de diálogo onde o usuário pode pedir uma dica para facilitar a resolução da questão ou se preferir passar para a próxima questão sem tentar responder novamente à questão que errou. A caixa de diálogo com as duas possibilidades é mostrada na figura A11.

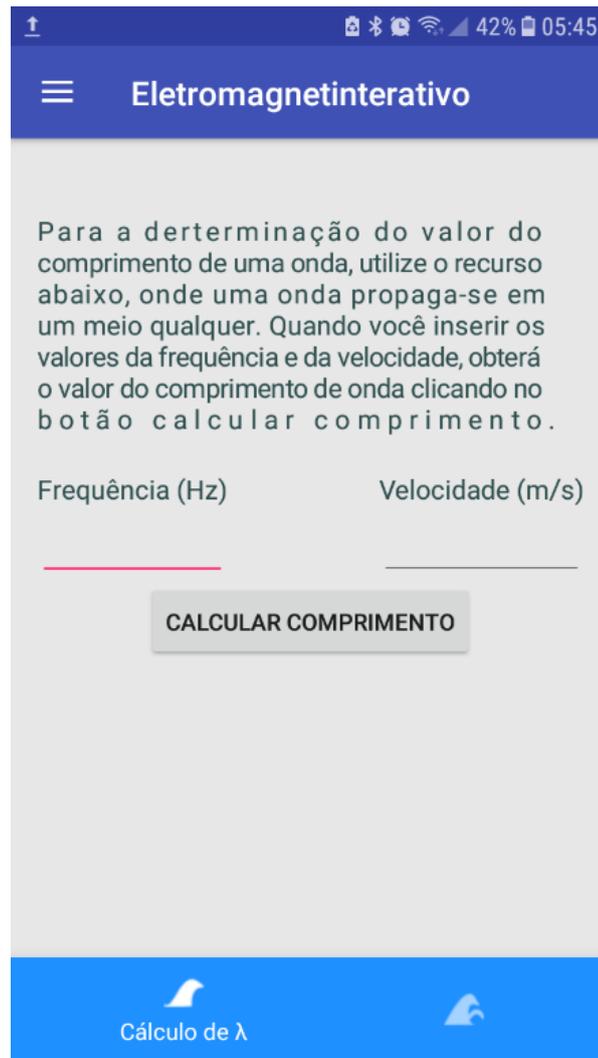
Figura A11- Opção de pedir ajuda ou passar para a próxima questão.



Fonte: autor, 2018.

A caixa de diálogo mostrada na figura A11 só desaparece quando se escolhe uma das opções.

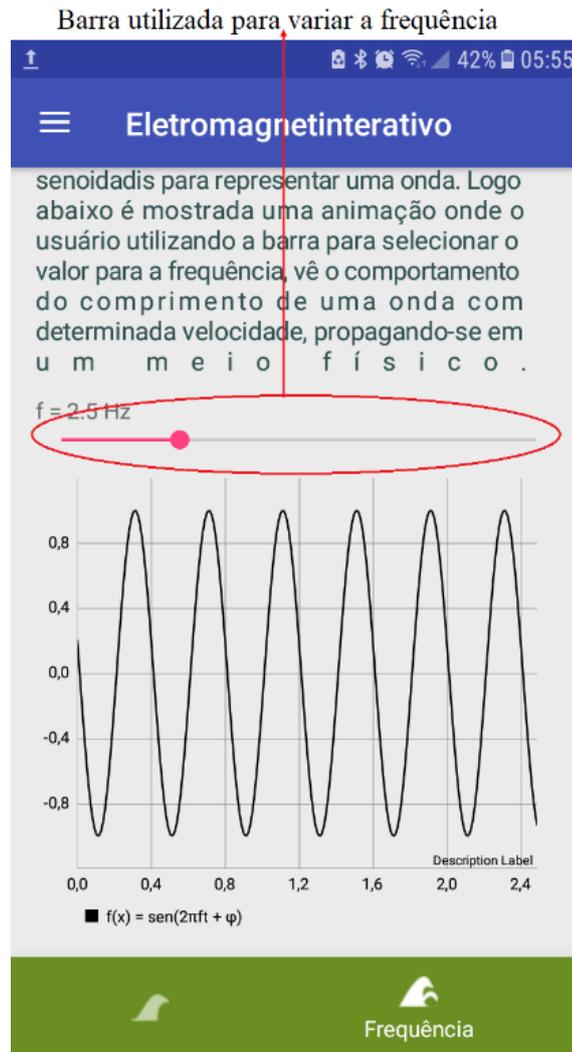
O segundo menu da figura A5, interações ondas gerais, oferece acesso a um recurso onde a pessoa que está utilizando o aplicativo inserindo o valor para a frequência e para a velocidade de propagação de uma onda e clicando no botão calcular comprimento de onda, terá como resposta o valor do referido comprimento como mostra a figura A12. Apesar de estar indicando que o botão calcula o comprimento da onda, se no lugar da frequência colocar o valor do comprimento de onda e clicar no botão, o valor exibido será o valor da frequência, isso porque essa área de cálculo está condicionada à equação (1).

Figura A12- Recurso para o cálculo de λ ou f.

Fonte: autor, 2018.

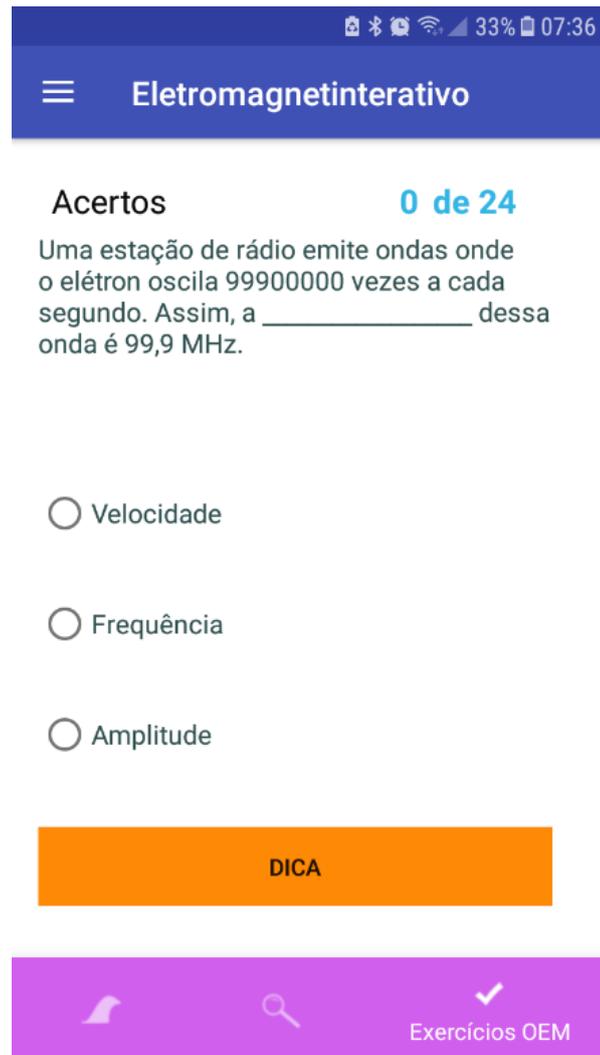
A segunda tela do menu interações ondas gerais possibilita a construção de um gráfico animado, em tempo real, de uma onda, onde esse gráfico mostra todas as características relacionadas à onda. Para isso, o usuário movendo a barra mostrada na figura A13 varia o valor da frequência e com isso, altera o comprimento da onda mostrada no gráfico.

Figura A13- Gráfico de uma onda com as características em tempo real.



Fonte: autor, 2018.

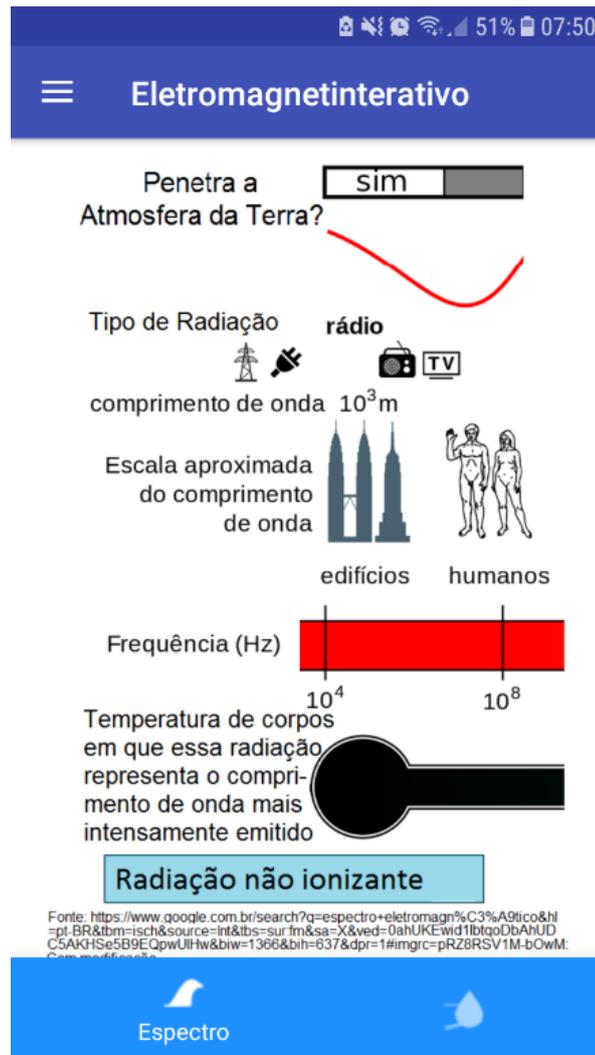
O menu seguinte, também na figura A5, é o referente às ondas eletromagnéticas. Nesse menu tem-se as mesmas telas do primeiro, teoria, curiosidades e exercícios. Na tela referente à teoria, tem-se informações de como se gera uma onda eletromagnética e como é sua propagação em determinados meios. A tela de curiosidades apresenta algumas curiosidades exclusivamente ligadas a esse tipo de onda. Os exercícios também são tratando exclusivamente de ondas eletromagnéticas, a figura A14 mostra essa tela.

Figura A14- Exercícios ondas eletromagnéticas.

Fonte: autor, 2018.

Na parte denominada interações ondas eletromagnéticas (OEM), na primeira tela tem-se a classificação dessas ondas de acordo com a faixa de frequência e ordem de grandeza do comprimento de onda como mostra a figura A15.

Figura A15- Espectro Eletromagnético dividido por faixa de frequência.



Fonte: autor, 2018.

Na segunda tela é possível conhecer o tipo de onda, inserindo no aplicativo o valor da frequência e clicando no botão obter valor de λ . Nessa tela mostrada na figura A16, a velocidade de propagação da onda é o valor $c = 3 \cdot 10^8$ m/s, assim através da equação (1) obtém-se o comprimento da onda em questão e com o auxílio da tela da figura A15 é possível identificar o tipo de radiação que possui a frequência inserida.

Figura A16- Espaço para inserir o valor da frequência de uma radiação eletromagnética.

The screenshot shows a mobile application interface. At the top, there is a status bar with various icons and the time 07:56. Below it is a blue header bar with a hamburger menu icon and the text "Eletromagnetinterativo". The main content area has a light blue background and contains the following text: "Uma onda eletromagnética, seja que classificação ela receba, propagase-se no vácuo com a mesma velocidade ($3 \cdot 10^8$ m/s). A área abaixo, considera uma onda eletromagnética no vácuo. Insira o valor da frequência para essa onda, click em obter valor e veja o valor do comprimento apresentado para a respectiva onda." Below this text is a prompt: "Digite o valor da frequência em hertz". There is a large, empty, light gray rectangular input field. Below the input field is a gray button with the text "OBTER VALOR DE λ ". At the bottom of the screen, there is a green bar with a white arrow pointing right and the text "Frequência".

Fonte: autor, 2018.

O professor pode utilizar essa parte do aplicativo para fazer com que os alunos investiguem que objetos podem causar interferência em determinado tipo de radiação a partir do conhecimento da ordem de grandeza do comprimento da onda.

O próximo menu chamado aplicações, refere-se às várias aplicações a que se destinam esse tipo de radiação. Iniciando pelos raios-x, essa tela apresenta algumas características específicas dessas ondas, como penetração em determinados meios, e suas principais utilidades como mostra a figura A17.

Figura A17- Tela de aplicações dos raios - x.



Os raios X foram descobertos em 1895 pelo físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen, logo em seguida passaram a ser utilizados na medicina. Seu uso não se limita apenas a vê a estura óssea, mas se estende a outras estruturas do corpo, sendo bastante utilizados no diagnóstico de tumores e também em seu tratamento através da radioterapia. A aplicação dos raios x é bem ampla, sendo utilizados com muita frequência em aeroportos para verificar que materiais os passageiros transportam por exemplo nas malas.

Atenuação dos raios X



Fonte: autor, 2018.

A tela seguinte traz especificações sobre os raios infravermelhos, especificando suas aplicações e suas características que os diferenciam das demais radiações. Para essa seção os alunos podem ser incentivados a investigar por exemplo a formação de imagens térmicas e a possibilidade de visão noturna, como mostra a figura A18.

Figura A18- Aplicações dos raios infravermelhos.



As radiações infravermelhas são aquelas produzidas nas camadas eletrônicas mais externas dos átomos e moléculas. Situam-se na faixa de frequência de 10^{12} Hz a 10^{14} Hz. Os comprimentos de onda dessa radiação variam de 1 milionésimo do metro (10^{-6} m) a 1 milímetro (10^{-3} m). A descoberta da radiação infravermelha data de 1800 e é atribuída ao astrônomo alemão Friedrich Wilhelm Herschel (1738 – 1822). Herschel, ao realizar experiências sobre as temperaturas das cores do espectro solar, observou que, além de ser maior na região do vermelho, a temperatura aumentava ainda mais além dessa região, já fora do espectro visível. O corpo humano é um excelente sensor da

Fonte: autor, 2018.

A terceira tela desse menu trata do Bluetooth como por exemplo, velocidade na transmissão de dados. Aqui o professor pode sugerir aos alunos por exemplo, descobrir em quanto tempo ocorre a transferência de determinado arquivo a partir das informações da capacidade de transmissão do Bluetooth, que da capacidade de transmissão do Bluetooth, que depende da versão utilizada e também conhecendo o tamanho do arquivo. Essa tela é mostrada na figura A19.

Figura A19- Aplicações do Bluetooth.



Fonte: autor, 2018.

A última tela das aplicações da radiação eletromagnética traz a caracterização das micro-ondas, destacando as principais aplicações como na telefonia celular, comunicação entre aeronaves entre outras. Nessa parte o aplicativo pode ser utilizado para que os alunos conheçam as diferenças entre as formas de comunicação como as ondas de rádio (AM e FM), TV, internet e telefonia, essa última tela com conteúdo é mostrada na figura A20.

Figura A20- Tela de aplicações das micro-ondas.



As radiações denominadas micro-ondas são produzidas por correntes elétricas alternadas em tubos de vácuo. São ondas eletromagnéticas que possuem frequências que variam de 1 GHz a 100 GHz, ou em termos de comprimento de onda, de 1 mm a 1 m (em ordem crescente de valor). No espectro eletromagnético, localizam-se entre as ondas de rádio e a região do infravermelho. Entre 1940 e 1950, se teve uma das primeiras aplicações das micro-ondas nos radares. A palavra "radar" (Radio Detection and ranging) significa detecção e localização por ondas de rádio. No entanto, a utilização das micro-ondas em substituição às ondas de rádio representou um grande avanço nesse setor, pois as micro-ondas têm comprimento de onda inferior ao das

Fonte: autor, 2018.

Essa última parte, com aplicações das ondas eletromagnéticas, é destinada a chamar à atenção dos alunos para a importância das radiações tanto na área médica como na área tecnológica, que desenvolve vários equipamentos e dispositivos para que torne as tarefas diárias do ser humano mais ágeis e facilitadas.

Conclusões

Esse aplicativo pode ser levado à sala de aula pelo professor para mediar o processo de ensino e aprendizagem, nesse caso o professor deve realizar um planejamento sobre o que vai ser abordado em sala, fazendo uma sequência para ser seguida pelo aluno. Essa sequência deve orientar o aluno a estudar a parte específica do conteúdo que o professor vai abordar no dia em que pretende fazer uso do aplicativo. Mas esse aplicativo também pode ser utilizado pelo aluno que queira por conta própria melhorar seus conhecimentos acerca desses conceitos ou conhecê-los pela primeira vez, pois a aplicação é de fácil manuseio, todas as informações presentes nela são utilizadas off-line, não necessitando que o aparelho celular esteja conectado à internet e o tamanho do arquivo é pequeno, necessitando apenas de 13 MB de espaço em memória do aparelho celular.

Apesar desse aplicativo ter sido desenvolvido para alunos da 3ª série do ensino médio, pode-se sugerir seu uso também com alunos da 2ª série, quando estiver abordando o capítulo de ondulatória, pois nele há uma revisão de conceitos e fenômenos ondulatórios, que são utilizados tanto na segunda série quanto na terceira série, já alguns conceitos são comuns a ondas mecânicas e às ondas eletromagnéticas.

Esse aplicativo será disponibilizado na loja de aplicativos da Google, mas também pode ser acessado no endereço <https://1drv.ms/u/s!Akin8SO145sQhpZTRU5oSSV-reTrzw>, onde se encontra o arquivo compactado (apk) que pode ser baixado e instalado direto no Smartphone ou Tablet.

Apêndice B - Questões aplicadas como pré-teste

1- Um fenômeno ondulatório apresenta uma característica denominada período (tempo necessário para que a onda repita as características iniciais). Um pulso de uma onda que se repete 20 vezes em um segundo possui período de:

- a) 0,05 segundo b) 0,1 segundo c) 1,0 segundo

2- Para a comunicação por exemplo, com naves espaciais, são utilizados recursos que possibilitam a comunicação sem fio e no espaço onde se tem condição de vácuo. Para essa comunicação, o tipo de onda adequado é:

- a) Mecânica b) Eletromagnética c) Mecânica e Eletromagnética

3- Um RADAR utilizado em aeroportos emite ondas eletromagnéticas na faixa de micro-ondas, com frequência de 30 GHz, o comprimento dessas ondas é:

- a) 1,0 milímetro b) 1,0 centímetro c) 1,0 metro

4- Ondas sonoras com frequências inferiores a 20 Hz e superiores a 20.000 Hz não são perceptíveis ao ouvido humano. O som com menor frequência (propagando-se no ar) que pode ser ouvido pelo ouvido humano tem comprimento de onda igual a:

- a) 17 milímetros b) 17 centímetros c) 17 metros

5- É comum em filmes de ficção científica, guerreiros interestelares usando armas a laser e essas armas ao serem utilizadas produzem um som. Estando esses guerreiros em um local classificado como vácuo, não seria possível ouvirmos esse som porque:

- a) A velocidade da luz no vácuo é menor que a do som;
b) O som não se propaga no vácuo;
c) A luz e o som não se propagam no vácuo.

6- Uma estação de rádio opera na frequência de 100 MHz, as ondas emitidas por esta estação apresentam comprimento de:

- a) $3 \cdot 10^{-3}$ m b) 3 m c) $3 \cdot 10^3$ m

7- Uma rede de transmissão de energia elétrica residencial opera com frequência de 60 Hz, as partículas oscilantes nessa rede de energia vibram:

- a) 20 vezes por segundo b) 40 vezes por segundo c) 60 vezes por segundo

8- Ondas de rádio e TV, luz visível, sinal emitido por um RADAR de aeroporto, todas são ondas de mesma natureza. Todas essas ondas citadas apresentam, no vácuo, mesmo (a):

- a) Amplitude b) período c) velocidade

Apêndice C Questões aplicadas como pós-teste

1- Um fenômeno ondulatório tem uma característica de ser periódico, ou seja, após determinado tempo (período) o fenômeno sofre repetição. Qual o período de uma onda que se repete 10 vezes em um segundo?

- a) 0,01 segundo b) 0,1 segundo c) 1 segundo

2- As ondas são bastante empregadas na comunicação e localização de objetos. Para a comunicação com um ônibus espacial, que se encontra em viagem no espaço, onde se tem a condição de vácuo, as ondas apropriadas para essa comunicação são:

- a) Mecânicas b) Eletromagnéticas c) Mecânicas e Eletromagnéticas

3- O som audível tem frequências mínima de 20 Hz e máxima de 20.000 Hz. O mais alto que pode ser ouvido pelo ser humano (no ar) tem comprimento de onda de:

- a) 17 milímetros b) 17 centímetros c) 17 metros

4- Em um experimento, uma lanterna e um aparelho de som reproduzindo uma música são postos dentro de um recipiente de vidro com vácuo. Observa-se que a luz é vista fora do recipiente, mas o som não é ouvido. Isso acontece porque:

- a) A velocidade da luz no vácuo é maior que a do som
b) O vidro serve de blindagem para o som, mas não para a luz
c) A luz se propaga no vácuo, mas o som não.

5- Uma onda emitida por um RADAR controlador de voos tem frequência de 10 GHz, o comprimento dessas ondas é:

- a) 3 milímetros b) 3 centímetros c) 3 metros

6- A frequência de uma onda eletromagnética representa o número de vibrações do elétron por unidade de tempo. Em uma onda eletromagnética com frequência de 100 MHz, o elétron vibra quantas vezes em um segundo?

- a) 100.000 vezes b) 1.000.000 vezes c) 100.000.000 vezes

7- A velocidade das ondas eletromagnéticas no vácuo é de $3 \cdot 10^8$ m/s. Qual será o valor da frequência de uma onda de raios X, sabendo que essa onda apresenta comprimento de $0,1 \text{ \AA}$? (Obs.: $1 \text{ \AA} = 1 \cdot 10^{-10}$ m).

- a) $3 \cdot 10^{-3}$ Hertz b) $3 \cdot 10^3$ Hertz c) $3 \cdot 10^{19}$ Hertz

8- As ondas eletromagnéticas são classificadas de acordo com o espectro eletromagnético, levando em conta sua frequência ou seu comprimento de onda. Essas ondas no vácuo, apresentam mesmo valor para:

- a) O comprimento de onda b) A Frequência c) A velocidade

9- Durante os voos é recomendado aos passageiros que desliguem seus aparelhos celulares para evitar a emissão de ondas eletromagnéticas de fontes diferentes daquelas que o piloto usa para se comunicar com a torre de controle. A propriedade das ondas emitidas que justifica a solicitação é:

- a) Ambas terem amplitudes iguais
- b) Ambas possuírem frequências próximas
- c) Ambas possuírem fases opostas

10- Raio X, luz visível, luz ultravioleta e demais ondas eletromagnéticas são caracterizadas por seu comprimento de onda (λ) e frequência (f). Quando estas ondas se propagam no vácuo todas apresentam o mesmo valor para:

- a) $\lambda \cdot f$
- b) f/λ
- c) λ/f

Apêndice D - Provas respondidas pelos alunos

Pré-teste

Questões pré-teste Aplicativo Eletromagnetinterativo

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário (a), do Projeto de Pesquisa sob o título "Desenvolvimento de um aplicativo Android (Eletromagnetinterativo) como recurso didático para interpretação de dados e resolução de problemas envolvendo o conceito ondas eletromagnéticas na terceira série do ensino médio". Meu nome é Francisco das Chagas Soares, sou o pesquisador responsável e aluno do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, na Universidade Federal do Piauí. Este questionário insere-se no âmbito de uma pesquisa que será realizada com todos os alunos das turmas de terceiro ano do ensino médio da escola C. E. Maria Conceição Teófilo Silva. Pretendemos analisar o aplicativo com relação à sua contribuição para o aprendizado dos alunos, estrutura e manuseio. O questionário demora cerca de 25 a 30 minutos para ser respondido. O questionário é anônimo, os dados preenchidos são confidenciais e apenas serão utilizados pela pesquisa. Não haverá nenhum tipo de pagamento pela participação e será garantido o sigilo que assegura a privacidade dos sujeitos que tiverem seus dados coletados.

Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável no telefone (86) 3326-7865 ou pelo e-mail f.sorearesc@yahoo.com.br. Dúvidas a respeito da ética aplicada nesta pesquisa poderão ser questionadas ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí pelo telefone (86) 3237-2332.

Consentimento livre e esclarecido

Declaro que compreendi os objetivos desta pesquisa, como ela será realizada, os riscos e benefícios envolvidos e concordo em participar voluntariamente da pesquisa. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer penalidade. Dou meu consentimento para que a equipe de pesquisadores que elaboraram o questionário utilize os dados por mim fornecidos, de forma anônima, em relatórios, artigos e apresentações.

Grupo 03

1- Um fenômeno ondulatório apresenta uma característica denominada período (tempo necessário para que a onda repita as características iniciais. Um pulso de uma onda que se repete 20 vezes em um segundo possui período de:

- a) 0,05 segundo b) 0,1 segundo c) 1,0 segundo

$$T = \frac{1}{f}$$

2- Para a comunicação por exemplo com naves espaciais, são utilizados recursos que possibilitam a comunicação sem fio e no espaço onde se tem condição de vácuo. Para essa comunicação, o tipo de onda que possibilita essa comunicação é:

- a) Mecânica b) Eletromagnética c) Mecânica e Eletromagnética

$$T = \frac{1}{20} = 0,05$$

3- Um RADAR utilizado em aeroportos emite ondas eletromagnéticas na faixa de micro-ondas, com frequência de 30 GHz, o comprimento dessas ondas é:

- a) 1,0 milímetro b) 1,0 centímetro c) 1,0 metro

4- Ondas sonoras com frequências inferiores a 20 Hz e superiores a 20.000 Hz não são perceptíveis ao ouvido humano. O som com menor frequência (propagando-se no ar) que pode ser ouvido pelo ouvido humano tem comprimento de onda igual a:

- a) 17 milímetros b) 17 centímetros c) 17 metros

5- É comum em filmes de ficção científica, guerreiros interestelares usando armas a laser e essas armas ao serem utilizadas produzem um som. Estando esses guerreiros em um local classificado como vácuo, não seria possível ouvirmos esse som porque:

Porque o som emitido no vácuo se chama ultrassom acima de 20.000 Hz

a) A velocidade da luz no vácuo é menor que a do som;

b) O som não se propaga no vácuo;

c) A luz e o som não se propagam no vácuo.

6- Uma estação de rádio opera na frequência de 100 MHz, as ondas emitidas por esta estação apresentam comprimento de:

a) $3 \cdot 10^{-3}$ m

b) 3 m

c) $3 \cdot 10^3$ m

7- Uma rede de transmissão de energia elétrica residencial opera com frequência de 60 Hz, as partículas responsáveis por essa rede de energia vibram:

a) 20 vezes por segundo

b) 40 vezes por segundo

c) 60 vezes por segundo

8- Ondas de rádio e TV, luz visível, sinal emitido por um RADAR de aeroporto, todos são ondas de mesma natureza. Todas essas ondas citadas apresentam, no vácuo, mesmo (a):

a) Amplitude

b) período

c) velocidade.

9- Quando uma pessoa vai realizar um exame de raios-x ou ressonância magnética, é solicitado à pessoa que se desfaça temporariamente do aparelho de telefonia celular. Esse pedido é fundamentado na possibilidade de ocorrer interferências durante a realização do exame. A característica das ondas que pode provocar essas interferências é:

a) A velocidade

b) A frequência

c) A amplitude

10- James Clerk Maxwell, previu a existência de ondas que se propagavam no vácuo com a mesma velocidade da luz (300000 km/s), essas ondas hoje são chamadas ondas eletromagnéticas e foram provadas experimentalmente por Heinrich Rudolf Hertz em 1887, utilizando uma fonte de frequência conhecida para produzir ondas eletromagnéticas estacionárias. Para provar que a velocidade da onda por ele gerada era a mesma prevista por Maxwell, Hertz utilizou a equação fundamental das ondas, onde sua velocidade é dada por:

a) f/λ

b) λ/f

c) $\lambda \cdot f$

$$V = \lambda \cdot f$$

5.7 1010

Questões Pós-teste Aplicativo Eletromagnetinterativo

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário (a), do Projeto de Pesquisa sob o título "Desenvolvimento de um aplicativo Android (Eletromagnetinterativo) como recurso didático para interpretação de dados e resolução de problemas envolvendo o conceito ondas eletromagnéticas na terceira série do ensino médio". Meu nome é Francisco das Chagas Soares, sou o pesquisador responsável e aluno do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, na Universidade Federal do Piauí. Este questionário insere-se no âmbito de uma pesquisa que será realizada com todos os alunos das turmas de terceiro ano do ensino médio da escola C. E. Maria Conceição Teófilo Silva. Pretendemos analisar o aplicativo com relação à sua contribuição para o aprendizado dos alunos, estrutura e manuseio. O questionário demora cerca de 25 a 30 minutos para ser respondido. O questionário é anônimo, os dados preenchidos são confidenciais e apenas serão utilizados pela pesquisa. Não haverá nenhum tipo de pagamento pela participação e será garantido o sigilo que assegura a privacidade dos sujeitos que tiverem seus dados coletados.

Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável no telefone (86) 3326-7865 ou pelo e-mail f.sorearesc@yahoo.com.br. Dúvidas a respeito da ética aplicada nesta pesquisa poderão ser questionadas ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí pelo telefone (86) 3237-2332.

Consentimento livre e esclarecido

Declaro que compreendi os objetivos desta pesquisa, como ela será realizada, os riscos e benefícios envolvidos e concordo em participar voluntariamente da pesquisa. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer penalidade. Dou meu consentimento para que a equipe de pesquisadores que elaboraram o questionário utilize os dados por mim fornecidos, de forma anônima, em relatórios, artigos e apresentações.

Gabriel Anderson / Paulo Daniel

63

1- Um fenômeno ondulatório tem uma característica de ser periódico, ou seja, após determinado tempo (período) o fenômeno sofre repetição. Qual o período de uma onda que se repete 10 vezes em um segundo?

- a) 0,01 segundo b) 0,1 segundo c) 1 segundo

2- As ondas são bastante empregadas na comunicação e localização de objetos. Para a comunicação com um ônibus espacial, que se encontra em viagem no espaço, onde se tem a condição de vácuo, as ondas apropriadas para essa comunicação são:

- a) Mecânicas b) Eletromagnéticas c) Mecânicas e Eletromagnéticas

3- O som audível tem frequências mínima de 20 Hz e máxima de 20.000 Hz. O mais alto que pode ser ouvido pelo ser humano tem comprimento de onda de:

- a) 17 milímetros b) 17 centímetros c) 17 metros

4- Em um experimento, uma lanterna e um aparelho de som reproduzindo uma música são postos dentro de um recipiente de vidro com vácuo. Observa-se que a luz é vista fora do recipiente, mas o som não é ouvido. Isso acontece porque:

- a) A velocidade da luz no vácuo é maior que a do som
 b) O vidro serve de blindagem para o som, mas não para a luz
 c) A luz se propaga no vácuo, mas o som não.

5- Uma onda emitida por um RADAR controlador de voo tem frequência de 10 GHz, o comprimento dessas ondas é:

- a) 3 milímetros b) 3 centímetros c) 3 metros

6- A frequência de uma onda eletromagnética representa o número de vibrações do elétron por unidade de tempo. Em uma onda eletromagnética com frequência de 100 MHz, o elétron vibra quantas vezes em um segundo?

- a) 100.000 vezes b) 1.000.000 vezes c) 100.000.000 vezes"

7- A velocidade das ondas eletromagnéticas no vácuo é de $3 \cdot 10^8$ m/s. Qual será o valor da frequência de uma onda de raios X, sabendo que essa onda apresenta comprimento de $0,1 \text{ \AA}$? (Obs: $1 \text{ \AA} = 1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$).

- a) $3 \cdot 10^{-3}$ Hertz b) $3 \cdot 10^3$ Hertz c) $3 \cdot 10^{19}$ Hertz"

8- As ondas eletromagnéticas são classificadas de acordo com o espectro eletromagnético, levando em conta sua frequência ou seu comprimento de onda. Essas ondas no vácuo, apresentam mesmo valor para:

- a) O comprimento de onda b) A Frequência c) A velocidade

9- Durante os voos é recomendado aos passageiros que desliguem seus aparelhos celulares para evitar a emissão de ondas eletromagnéticas de fontes diferentes daquelas que o piloto usa para se comunicar com a torre de controle. A propriedade das ondas emitidas que justifica a solicitação é:

- a) Ambas terem amplitudes iguais
 b) Ambas possuírem frequências próximas
 c) Ambas possuírem fases opostas

10- Raio X, luz visível, luz ultravioleta e demais ondas eletromagnéticas são caracterizadas por seu comprimento de onda (λ) e frequência (f). Quando estas ondas se propagam no vácuo todas apresentam o mesmo valor para:

- a) $\lambda \cdot f$ b) f/λ c) λ/f

Apêndice E – Trabalhos aprovados para apresentação, aparentados e/ou publicados durante o curso de mestrado.



Centro de Formação dos Profissionais
da Educação Básica Antonino Freire
**MOSTRA DE PESQUISA STRICTO SENSU DOS
PROFISSIONAIS DA EDUCAÇÃO DO PIAUÍ**



12 A 14 DE SETEMBRO DE 2018

DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO COMO RECURSO DIDÁTICO PARA ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

Francisco das Chagas Soares ⁽¹⁾

Marcos Antônio Tavares Lira ⁽²⁾

(1) Universidade Federal do Piauí, f.soaresc@yahoo.xom.br

(2) Universidade Federal do Piauí, marcoslira@ufpi.br

RESUMO

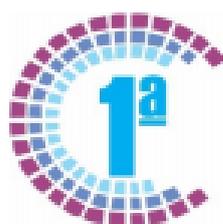
Neste trabalho foi desenvolvido um aplicativo para a plataforma Android (Eletromagnetinterativo), com uma descrição abrangente das ondas eletromagnéticas, que será o produto educacional do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), na Universidade Federal do Piauí. Esse aplicativo foi desenvolvido utilizando a ferramenta Android Studio, disponibilizada gratuitamente pela empresa Google. O referido produto será publicado na loja de aplicativos Google (Play Store) gratuitamente, sendo acessível a qualquer pessoa que tenha interesse. Os resultados obtidos nessa pesquisa foram satisfatórios, pois todos os grupos de alunos participantes da pesquisa apresentaram melhoria no desempenho após o uso do aplicativo.

Palavras-chave: Ondas Eletromagnéticas. Ensino de Física. Tecnologias Educacionais.

ABSTRACT

In this work an application was developed for the Android platform (Electromagnetinterativo), with a comprehensive description of the electromagnetic waves, which will be the educational product of the National Professional Master's Degree in Physics Teaching (MNPEF), Federal University of Piauí. This app was developed using the Android Studio tool, available free of charge by Google. The preferred product will be published to the Google app store (Play Store) for free, accessible to anyone with an interest. The results obtained in this research were satisfactory, since all the groups of students participating in the research showed improvement in performance after the application.

Keywords: Electromagnetic waves. Teaching Physics. Educational Technologies.



Centro de Formação dos Profissionais
da Educação Básica Antonino Freire
**MOSTRA DE PESQUISA STRICTO SENSU DOS
PROFISSIONAIS DA EDUCAÇÃO DO PIAUÍ**



Teresina, 09 de setembro de 2018.

CARTA DE ACEITE

Prezado(a) participante,

A Coordenação Científica I MOSTRA DE PESQUISA STRICTO SENSU DOS PROFISSIONAIS DA EDUCAÇÃO DO PIAUÍ tem a satisfação de comunicar que o resumo intitulado **DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO COMO RECURSO DIDÁTICO PARA ONDAS ELETROMAGNÉTICAS** de autoria **Francisco das Chagas Soares** foi ACEITO para compor o eixo **CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA** no evento que será realizado período de 12 a 14 de setembro de 2018, no Centro de Formação Antonino Freire / IEAF.

Cordialmente,

Franciane Lima Sousa
Coordenadora Geral do Evento

DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO ANDROID COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

Francisco das Chagas Soares ⁽¹⁾

Marcos Antônio Tavares Lira ⁽²⁾

(1) Universidade Federal do Piauí, f.soaresc@yahoo.com.br

(2) Universidade Federal do Piauí, marcoslira@ufpi.br

RESUMO

Esse trabalho foi desenvolvido um aplicativo para a plataforma Android (Eletromagnetinterativo) com o objetivo de facilitar a compreensão dos conceitos de ondas eletromagnéticas por parte de alunos da terceira série do ensino médio, com uma descrição abrangente das ondas eletromagnéticas, que será o produto educacional do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), na Universidade Federal do Piauí. Esse aplicativo foi desenvolvido utilizando a ferramenta Android Studio, disponibilizada gratuitamente pela empresa Google. O referido produto foi aplicado na escola estadual C. E. Maria Conceição Teófilo Silva, localizada na cidade de Timon, no estado do Maranhão e será publicado na loja de aplicativos Google (Play Store) gratuitamente, sendo acessível a qualquer pessoa que tenha interesse. A avaliação do Aplicativo pelos alunos foi realizada com a utilização de duas listas de exercícios, como mencionado na seção da metodologia. Essa avaliação foi realizada em três turmas de 3ª série do ensino médio regular. Para analisar os resultados, logo abaixo são apresentadas tabelas e gráficos, mostrando o comportamento dos grupos formados em cada turma, ao responder as questões do pré-teste e também do pós-teste. Esse trabalho se fundamenta na aprendizagem baseada em problemas, uma teoria da aprendizagem nova, mas que proporciona bons resultados no processo ensino e aprendizagem, uma vez que é centrada no aluno, promove a participação em grupo e o professor atua como tutor. Os resultados obtidos nessa pesquisa foram satisfatórios, pois todos os grupos de alunos participantes da pesquisa apresentaram melhoria no desempenho após o uso do aplicativo. No teste diagnóstico aplicado sem que os alunos tivessem qualquer contato com o aplicativo, nem o professor feito qualquer exposição do tema abordado, tem-se uma distribuição dos acertos em três faixas de acertos, 2 F 4 acertos, 6 F 8 e 8 F 10 acertos, porém a maioria dos grupos ficaram na faixa de 8 a 10 acertos. Após os alunos utilizarem o aplicativo, os grupos melhoraram seus desempenhos, pois todos os grupos participantes da pesquisa ficaram na faixa de 8 a 10 acertos. Verificando-se, portanto, que nas faixas de 0 F 2 acertos, 2 F 4 acertos, 4 F 6 acertos e 6 F 8 acertos não têm nenhum grupo, ou seja, o número mínimo de acertos foi oito.

Palavras-chave: Ondas Eletromagnéticas. Ensino de Física. Tecnologias Educacionais.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
COLÉGIO UNIVERSITÁRIO**

II SICEA REGIONAL

Amazônia Legal, Nordeste e Centro-Oeste

O trabalho intitulado **DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO ANDROID COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS**, de autoria de **FRANCISCO DAS CHAGAS SOARES** foi aprovado para apresentação no evento II SEMINÁRIO DE INSTITUTOS, COLÉGIOS E ESCOLAS DE APLICAÇÃO REGIONAL NORDESTE, AMAZÔNIA LEGAL E CENTRO OESTE a ser realizado no Colégio Universitário da Universidade Federal do Maranhão - COLUN/UFMA, na cidade de São Luís - MA, de 7 a 9 de novembro de 2018.

São Luís - MA, 28 de setembro de 2018.

Raquel Pires Costa -

raquel-pcosta@hotmail.com

Data do Aceite:04/10/2018