



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF

LUCIANNO CABRAL RIOS

***GAMIFICAÇÃO* E SUAS POSSIBILIDADES NA APROPRIAÇÃO DE CONCEITOS
DA ONDULATÓRIA NO ENSINO MÉDIO: UM DESTAQUE AO JOGO
ELETRÔNICO, PRODUZIDO A PARTIR DO *SCRATCH***

TERESINA

2020

LUCIANNOCABRALRIOS

GAMIFICAÇÃO E SUAS POSSIBILIDADES NA APROPRIAÇÃO DE CONCEITOS DA
ONDULATÓRIA NO ENSINO MÉDIO: UM DESTAQUE AO JOGO ELETRÔNICO,
PRODUZIDO A PARTIR DO *SCRATCH*

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

Linha de Pesquisa: Recursos Didáticos para o Ensino
de Física.

Orientador: Prof. Dr. Neuton Alves de Araújo.

TERESINA

2020

LUCIANNIO CABRAL RIOS

*GAMIFICAÇÃO E SUAS POSSIBILIDADES NA APROPRIAÇÃO DE CONCEITOS DA
ONDULATÓRIA NO ENSINO MÉDIO: UM DESTAQUE AO JOGO ELETRÔNICO,
PRODUZIDO A PARTIR DO SCRATCH*

Dissertação apresentada à Coordenação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Polo 26, da Universidade Federal do Piauí, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Linha de Pesquisa: Recursos Didáticos para o Ensino de Física.

Teresina, ____ de _____ de 2020.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Neuton Alves de Araújo – DMTE/CCE/UFPI (Orientador)

Prof. Dr. Francisco Ferreira Barbosa Filho (Examinador interno – MNPEF/UFPI)

Prof^ª. Dra. Eliana de Sousa Alencar Marques (Examinadora externa – PPGEd/UFPI)

Prof^ª. Dra. Maria do Socorro Leal Lopes (Examinador interno – MNPEF/UFPI)

Prof. Dr. Fabio Soares da Paz (Examinador externo – LEDOC/UFPI)

TERESINA
2020

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Serviço de Processamento Técnico
Biblioteca Setorial de Ciências da Natureza - CCN

R586g Rios, Lucianno Cabral.
Gamificação e suas possibilidades na apropriação e conceitos da ondulatória no ensino médio: um destaque ao jogo eletrônico, produzido a partir do *Scratch* / Lucianno Cabral Rios. – Teresina: 2020.
238 f. il: color.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Pós-Graduação em Ensino de Física, 2020.
Orientador: Prof. Dr. Neuton Alves de Araújo.

1. Física – Estudo e Ensino. 2. Gamificação. 3. Ensino Médio. 4. Ondulatória. 5. Jogos Didáticos Eletrônicos. I. Título.

CDD 530.7

Dedico à minha amada mãe Maria Nasaré Cabral (*in memoriam*) por mostrar em suas atitudes as maiores virtudes que uma pessoa possa ter, indicar o caminho a seguir e o meu objetivo a alcançar. Sabemos hoje, mais do que nunca, que fomos amados imensamente. Obrigado por tudo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as graças e bênçãos alcançadas ao longo de toda minha vida. A cada dia minha fé só aumenta.

A meus pais, Maria Nasaré Cabral (*in memorian*) e Lourival da Silva Rios, por todo o amor incondicional, dedicação e por não medir esforços para dar o melhor aos filhos, mesmos com inúmeros percalços da vida.

A minha tia, a “titia” Maria Ivanete Cabral, por todo o seu carinho, sua dedicação e por ser a nossa segunda mãe. Não sei o que seríamos de nós se a senhora não fizesse parte de nossas vidas.

À minha irmã, Maria Luísa Cabral Rios, por seu amor, amizade, companheirismo e cumplicidade. Se eu pudesse ter escolhido uma irmã, certamente eu teria escolhido você.

A minha namorada Vanessa, pelo carinho, paciência e compreensão.

Aos amigos André, Jonyson, Mauro e Paulo, obrigado por tudo.

Aos amigos Andreia e Sandro, casal maravilhoso, pais da Alícia, pelas inúmeras conversas, discussões e orientações sobre o mestrado, dissertação e produto educacional. Andreia, sua ajuda foi imprescindível para que eu pudesse chegar aqui. Obrigado por tudo!

À Andreia, Cristian, Ezequias e ao Fernando, por todas as conversas, atividades, *coffee break*, e almoços. Que esses momentos se repitam inúmeras vezes!

À Lorena e Tânia, por todas as brincadeiras, viagens, festas, encontros, gargalhadas, conversas e amizade sincera, que mesmo com a distância física nunca diminuiu. Fico feliz em ser o irmão mais novo de vocês.

Às minhas amigas Fernanda, Karol e Shirley, por todos os anos, por todas as conversas, por toda a amizade. Muito obrigado!

À Sociedade Brasileira de Física (SBF) pela iniciativa e promoção do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), em conjunto com Instituições de Ensino Superior (IES), a exemplo da UFPI, por criarem condições a fim de que os professores de Física da Educação Básica tornem profissionais mais críticos, mais reflexivos e, também, pesquisadores.

Ao Prof. Dr. Neuton Alves de Araújo, meu orientador, pela paciência, pelas horas de orientação e de disposição, sempre compartilhando todo o seu conhecimento teórico-científico para que eu, assim, pudesse compreender, internalizar e me desenvolver enquanto pesquisador do Ensino de Física. Hoje sei o quanto a pesquisa é uma ferramenta necessária para o nosso desenvolvimento. Que possamos realizar muito mais pela educação e pelo Ensino de Física e, dessa forma, possamos dar continuidade a todos os nossos projetos e, em especial, ao GEPEFEM!

Ao Prof. Dr. Micaías Andrade Rodrigues, por se disponibilizar a me ajudar a iniciar na caminhada para ser um pesquisador do Ensino de Física, sei que só estou no início, e por todos os trabalhos que já realizamos e iremos ainda realizar.

Ao Prof. Me. Miguel Arcanjo Costa, por ser uma referência como profissional, pelo caráter e dedicação à família.

A todos os profissionais que fazem parte da Coordenação do Curso de Licenciatura em Física do Centro de Educação Aberta e a Distância da UFPI, obrigado por todo o aprendizado que pude adquirir nesses anos.

À Coordenação Pedagógica, nas pessoas das professoras Angélica Maria Martins Rosa de Oliveira e Francinete de Aguiar Silva Ramos, e da Direção, na pessoa da professora Maria do Desterro Costa de Castro “Tete” por permitirem e colaborarem com a realização do projeto no CETI Didácio Silva, assim como ao professor Jardielson Martins da Silva por disponibilizar uma de suas turmas.

À Escola de Educação Básica e Profissional Embaixador Espedito de Freitas Resende, a Fundação Bradesco de Teresina-PI, por todos os amigos, formação e lindas lembranças. Tenho grande admiração por todos que fazem essa instituição. Certamente, as vivências me educaram para a vida!

Aos meus queridos professores da Educação Básica realizada na Fundação Bradesco e aos da Educação Superior - UFPI, por contribuírem com a minha formação profissional.

Aos professores do MNPEF/UFPI, por todo o esforço em compartilharem seus conhecimentos e contribuírem com a nossa formação.

Aos companheiros da turma de 2018 do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – UFPI, Polo 26, por todos os momentos vividos e pelo conhecimento compartilhado.

À capoeira, em especial à Associação Cultural de Capoeira Iê Berimbau, da qual faço parte, na pessoa do Mestre Pebança e a todos os que fazem parte, por todas as alegrias, lugares e pessoas que pude conhecer e amigos que pude cultivar.

A todos os colegas do Grupo de Pesquisas em Ensino de Física e Educação Matemática, pelos encontros e discussões realizadas.

Aos que foram e ainda serão meus alunos.

A todos, que de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho e por ventura, posso ter esquecido.

Deus não joga dados (Albert Einstein).

Se o que temos de aprender evolui, e ninguém duvida de que evolui e cada vez mais rapidamente, a forma como tem de se aprender a ensinar também deveria evoluir (Juan Ignacio Pozo).

RESUMO

Estudos desenvolvidos no campo da educação, a exemplo de Moreira (2014), revelam a necessidade de mudanças na educação escolar brasileira, deixando de ser algo vertical e centrada no professor, a fim de que seja àquela que torne o estudante um sujeito crítico, reflexivo e pesquisador. Após mais de uma década como professor de Física da Educação Básica foi possível observar que a utilização de instrumentos mediadores, sobretudo, os jogos eletrônicos, se apresentam com possibilidades de despertar nos estudantes uma maior motivação, proporcionar a internalização de conceitos científicos e produzir significados nos estudantes. Isto posto, este trabalho, que se trata de uma pesquisa de campo, de natureza explicativa e de abordagem qualitativa, tem como objetivo geral analisar as possibilidades do jogo eletrônico "Ondas Secretas", produzido a partir do *Scratch*, mediar a apropriação de conceitos da Ondulatória no Ensino Médio. Para tanto, como objetivos específicos, têm-se: a) realizar estudos teóricos sobre a *gamificação* no ensino de Física, com destaque nos jogos eletrônicos; b) elaborar o jogo eletrônico "Ondas Secretas", produzido a partir do *Scratch*, como potencializador da apropriação de conceitos da Ondulatória; c) aplicar o jogo eletrônico "Ondas Secretas", contemplando situações teórico-práticas sobre os conceitos da Ondulatória; d) identificar as significações desenvolvidas pelos alunos, participantes da pesquisa sobre o jogo eletrônico "Ondas Secretas" e suas possibilidades na apropriação de conceitos da Ondulatória. Esse jogo foi criado a partir dos recursos oferecidos pelo *Scratch*, aplicativo gratuito, desenvolvido pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), o qual utiliza uma linguagem de programação gráfica e que permite outros docentes adequar o jogo para suas necessidades através do seu recurso de *remixagem*. Portanto, o *Scratch* é compreendido como um instrumento mediador no processo ensino e aprendizagem da Ondulatória, na perspectiva teórico-metodológica de Vigotski. Para auxiliar na aplicação desse programa foi empregada a *gamificação*, estratégia didática que faz uso de elementos de jogos em situações que não são àquelas que, no geral, apenas motivam os alunos, sem o objetivo principal que é o de favorecer a apropriação de conceitos científicos, como compreendido por Durão, Bley e Araújo (2015). Assim, para o desenvolvimento da pesquisa, foi realizada um estudo bibliográfico acerca da temática em foco. Por sua vez, a produção de dados para análise e discussões ocorreu diretamente no campo empírico da pesquisa, local em que o produto educacional foi aplicado - Centro Educacional de Tempo Integral. Os sujeitos, grupo definido por amostragem, foram estudantes da 2ª série do Ensino Médio da referida escola. Como técnicas e instrumentos de produção de dados, houve a realização de uma roda de conversa, aplicação de questionários semiestruturados (com perguntas abertas e fechadas) e a observação sistemática, em conformidade com Marconi e Lakatos (2017), Richardson (2007), Gil (2007) e Fiorentini e Lorenzato (2012). No tocante ao processo de análise de dados, este foi desenvolvido mediante a Análise Textual Discursiva (ATD), conforme as orientações de uso de categorias apresentadas por Moraes e Galiuzzi (2011). Observou-se que o produto educacional, tendo a *gamificação* como possibilidade de apropriação de conceitos da Ondulatória, foi bem recebido pelos estudantes, permitindo gerar interesse e, portanto, mediar a aprendizagem. Foi possível constatar indícios da produção de significados e desenvolvimento do pensamento científico, o que se deu mediante a internalização de novos conceitos e da superação dos conceitos espontâneos. Nesse movimento, também descobriram o interesse pela ciência. Em síntese, dessa forma, através das análises realizadas com os dados produzidos, foi possível verificarmos que houve a mediação e produção de significados de conceitos da Ondulatória.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Física. Gamificação. Mediação. Ondulatória. Ensino Médio.

ABSTRACT

Studies developed on education, such as Moreira (2014), reveal the need for changes in Brazilian school education, since they point to a vertical teaching practice, centered on the teacher and which results little in a critical, reflective and researcher student. After more than a decade as a teacher of Basic Education Physics, it was possible to observe that the use of mediating instruments, especially electronic games, allows students to awaken motivation, internalize scientific concepts and produce meanings. That said, this work, which consists of a field research, of an explanatory nature and qualitative approach, has the general objective of analyzing the possibilities of the electronic game "Ondas Secretas", produced from Scratch, to mediate the appropriation of concepts from the Wave in High School. Therefore, the present research has as specific objectives: a) to carry out theoretical studies on gamification in the teaching of Physics, with emphasis on electronic games; b) to elaborate the electronic game "Ondas Secretas", produced from Scratch, as an enhancer of the appropriation of concepts of the Wave; c) to apply the electronic game "Ondas Secretas", contemplating theoretical and practical situations on the concepts of the Wave; d) to identify the meanings developed by the students, participants of the research, about the electronic game "Ondas Secretas" and its possibilities in the appropriation of concepts from the Wave. This game was created from the resources offered by Scratch, a free application developed by the Massachusetts Institute of Technology (MIT). This application uses a graphic programming language and allows teachers to tailor the game to their needs through its remixing feature. Therefore, Scratch is understood as a mediating tool in the teaching-learning process of the Wave, according to Vygotsky's theoretical-methodological perspective. To assist in the application of this program, gamification was used, a didactic strategy that makes use of game elements in situations that are not those that, in general, only motivate students, without the main objective, which is to favor the appropriation of scientific concepts, as understood by Durão, Bley and Araújo (2015). Thus, for the development of the research, a bibliographic study was carried out on the subject in focus. In turn, the production of data for analysis and discussions took place directly in the empirical field of research, where the educational product was applied - a Full-Time Educational Center. The subjects, a group defined by sampling, were students of the 2nd grade of High School at that school. As techniques and instruments for data production, there was a conversation circle, semi-structured questionnaires (with open and closed questions) and systematic observation, in accordance with Marconi and Lakatos (2017), Richardson (2007), Gil (2007) and Fiorentini and Lorenzato (2012). Regarding the data analysis process, it was developed through Textual Discursive Analysis (ATD), according to the guidelines for using categories presented by Moraes and Galiazzi (2011). It was observed that the educational product, with gamification as a possibility of appropriating concepts from the Wave, was well received by students, allowing them to generate interest and, therefore, mediate learning. It was possible to verify evidence of the production of meanings and development of scientific thinking, which occurred through the internalization of new concepts and the overcoming of spontaneous concepts. In addition, students also discovered an interest in science. In summary, through the analyzes performed with the data produced, it was possible to verify that there was the mediation and production of meanings of concepts from the Wave.

KEYWORDS: Physics teaching. Gamification. Mediation. Wave. High School.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	O processo estímulo-resposta mediado.....	62
Figura 2	Representação esquemática dos elementos de games interconectados.....	66
Figura 3	Contextualização da <i>gamificação</i>	67
Figura 4	Metáforas utilizadas para <i>gamificação</i> estrutural.....	72
Figura 5	Página inicial do <i>Scratch</i>	75
Figura 6	Exemplos de linguagem de programação textual para expressar “Hello!”.....	76
Figura 7	Exemplo de linguagem de programação por blocos para expressar “Hello!”	77
Figura 8	Exemplo de blocos do <i>Scratch</i>	78
Figura 9	Interface do ambiente de desenvolvimento do <i>Scratch</i>	80
Figura 10	Exemplos de blocos das categorias existentes na aba Código.....	80
Figura 11	Pulso isolado produzido em uma corda esticada.....	84
Figura 12	Onda senoidal produzida na corda.....	85
Figura 13	Representação de uma onda transversal.	85
Figura 14	Representação de uma onda longitudinal.	86
Figura 15	Nomes das grandezas da Eq. 01, para uma onda senoidal transversal.....	87
Figura 16	As partes de uma onda.....	88
Figura 17	Gráfico do deslocamento do elemento da corda situado em $x = 0$ em função do tempo.	89
Figura 18	Dois instantâneos de uma onda quanto $t = 0$ e $t = \Delta t$	91
Figura 19	Segmento de corda tensionada, usado para dedução da equação da onda.....	92
Figura 20	Uma série de instantâneos que mostra dois pulsos se propagando em sentidos oposta em uma corda esticada.....	96
Figura 21	Duas ondas senoidais de mesmo comprimento de onda e mesma amplitude, se propagando em sentido contrário em uma corda.....	98
Figura 22	Corda esticada com suas extremidades fixas separadas por uma distância L ...	100
Figura 23	Difração de uma onda.....	101
Figura 24	Onda eletromagnética sendo polarizada.....	103
Figura 25	Representação dos raios refletidos e raios refratado.....	104
Figura 26	Entrada de estudantes ao CETI Didácio Silva.....	107
Figura 27	Momento de acolhida dos estudantes.....	110
Figura 28	Estudantes realizando atividades em grupo.....	113

Figura 29	Tela inicial do jogo Onda Secreta.....	116
Figura 30	Projeção do jogo Onda Secreta.....	117
Figura 31	Ciclo da análise textual discursiva.....	132
Figura 32	Perfil não-senoidal de uma onda marítima propagando-se em uma região rasa.....	137
Figura 33	Onda eletromagnética.....	139
Figura 34	Exemplos de aplicações da radiação infravermelha.....	140
Figura 35	Cartas do jogo.....	149
Figura 36	Situação-problema apresentada aos estudantes.....	151

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	Pontuação do jogo Onda Secreta.....	118
-----------------	-------------------------------------	-----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Jogos em aulas de Física.....	142
Gráfico 2	Gerando significado.....	143
Gráfico 3	Sobre a participação e interação dos alunos.....	145
Gráfico 4	Sobre a utilização da <i>gamificação</i>	147
Gráfico 5	Sobre a promoção da interação entre os estudantes.....	150
Gráfico 6	Sobre a mediação da aprendizagem.....	155

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
AEE	Atendimento Educacional Especializado
ATD	Análise Textual Discursiva
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BSCS	<i>Biological Science Curriculum Study</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBPF	Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas
CBA	<i>Chemical Bond Approach</i>
CEAD	Centro de Educação Aberta e a Distância
CEFET	Centro Federal de Educação Tecnológica
CEPEX	Conselho de Ensino Pesquisa e Extensão
CFE	Conselho Federal de Educação
CESM	Ciências Físicas e Biológicas, Estudos Sociais e Matemática
CETI	Centro de Ensino em Tempo Integral
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DCN	Departamento de Ciências da Natureza
DICE	<i>Design Innovate Communicate Entertain</i>
DF	Departamento de Física
EAD	Educação a Distância
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
EUA	Estados Unidos das Américas
FADEP	Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Educação do Estado do Piauí
FAFI	Faculdade Católica de Filosofia do Piauí
FFCL	Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras
FUFPI	Fundação Universidade Federal do Piauí
FUNBEC	Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências
HE	Horários de Estudo
HFC	História e a Filosofia da Ciência
IBECC	Instituto Brasileiro de Educação, Ciências e Cultura
IES	Instituição de Ensino Superior
IFPI	Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação

MEC	Ministério da Educação e Cultura
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MNPEF	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
NSF	<i>National Science Foundation</i>
NTIC	Novas Tecnologias de Informação e Comunicação
PhET	Physical Education Tecnology
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
PREMEN	Programa de Expansão e Melhoria do Ensino
PSSC	<i>Physical Science Study Commitee</i>
RP	Programa Institucional Residência Pedagógica
RPG	<i>Role-Playing Game</i>
SEA	Sequência de Ensino Aprendizagem
SEDUC	Secretaria de Estado da Educação
SBF	Sociedade Brasileira de Física
SD	Sequência Didática
SPC	Sociedade Piauiense de Cultura
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
UAB	Universidade Aberta do Brasil
UESPI	Universidade Estadual do Piauí
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFPI	Universidade Federal do Piauí
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
URSS	União das Repúblicas Socialistas Soviéticas
USAID	<i>United States Agency for International Development</i>
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	21
2 O PROCESSO ENSINO E APRENDIZAGEM DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO.....	27
2.1 Contextualização histórica do ensino e aprendizagem de Física no Brasil.....	29
2.1.1 O ensino de Física: 1950 – 1988.....	37
2.1.2 A Guerra Fria e o Ensino de Física.....	38
2.1.3 O Ensino de Física após o ano de 1996.....	43
2.1.3.1 O Ensino de Física no Piauí: de 1950 aos dias atuais	44
2.2 Possibilidades e perspectivas metodológicas para o Ensino de Física.....	50
3 DO CONCEITO DE MEDIAÇÃO À GAMIFICAÇÃO COMO POSSIBILIDADE DE MEDIAR A APRENDIZAGEM DA ONDULATÓRIA: UMA LEITURA VIGOSTKIANA.....	58
3.1 Discutindo o conceito de mediação em Vigotski.....	59
3.2 Apresentando a gamificação.....	64
3.2.1 A <i>gamificação</i> como possibilidade de mediar a aprendizagem da Física no Ensino Médio.....	69
3.2.2 O <i>Scratch</i> e a sua relação com a <i>gamificação</i>	74
3.2.2.1 A programação em blocos e o <i>Scratch</i>	76
3.2.2.2 Conhecendo melhor o <i>Scratch</i>	78
4 ONDULATÓRIA.....	82
4.1 Tipos de ondas.....	83
4.2 Ondas transversais e longitudinais.....	84
4.3 Comprimento de onda e Frequência.....	87
4.3.1 Partes de uma onda.....	87
4.4 A velocidade de uma onda.....	90
4.5 A equação da onda.....	92
4.6 O princípio da superposição para ondas.....	95
4.7 Interferência de ondas.....	96
4.8 Ondas estacionárias.....	97
4.9 Ondas estacionárias e Ressonância.....	99
4.10 Difração.....	101

4.11	Polarização.....	102
4.12	Reflexão e Refração.....	103
5	METODOLOGIA.....	106
5.1	Caracterização da pesquisa.....	106
5.2	Campo empírico da pesquisa.....	107
5.3	Sujeitos da pesquisa.....	112
5.4	Instrumentos de produção de dados.....	113
5.5	O Produto Educacional.....	115
5.5.1	A construção do jogo.....	115
5.5.2	As regras do jogo.....	117
5.6	O processo de produção de dados.....	119
5.6.1	Primeiro encontro: apresentando a pesquisa.....	121
5.6.2	Segundo encontro: início das atividades (1 aula)	121
5.6.3	Terceiro encontro: a necessidade de fórmulas (2 aulas)	122
5.6.4	Quarto encontro (1 aula)	122
5.6.5	Quinto encontro (2 aulas)	123
5.6.6	Sexto encontro (1 aula)	124
5.6.7	Sétimo encontro (1 aula)	124
5.6.8	Oitavo encontro (2 aulas)	125
5.6.9	Novo encontro: aplicando o produto educacional (2 aulas/HE)	125
5.7	Procedimentos de análise de dados.....	126
6	O MOVIMENTO DE ELABORAÇÃO DOS CONCEITOS DA ONDULATÓRIA EM SALA DE AULA: DO CONCEITO ESPONTÂNEO AO CONCEITO CIENTÍFICO.....	133
6.1	Primeiras aproximações na busca dos significados já produzidos sobre os conceitos da Ondulatória.....	133
6.1.1	O que a música Certas Coisas lhes fazia lembrar?	134
6.1.2	O que seria uma onda?	135
6.1.3	Quais as ondas que os estudantes já conheciam?	137
6.2	Promovendo a interação social e criando as condições para a produção de significados.....	140
6.2.1	Significações e apropriações de conceitos da Ondulatória.....	141
6.2.2	Novas possibilidades para a participação e interação dos alunos.....	143

6.2.3	<i>Gamificar</i> para internalizar conceitos.....	145
6.2.4	Contemplando situações teórico-práticas sobre os conceitos da Ondulatória...	148
6.2.5	Competir para produzir e se apropriar de novos conceitos.....	151
6.2.6	A motivação sendo educada para a aprendizagem.....	153
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	157
	REFERÊNCIAS.....	162
	APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	173
	APÊNDICE B – Questionário semiestruturado sobre as possibilidades do jogo orientado na apropriação dos conceitos da Ondulatória.....	175
	APÊNDICE C – A Sequência Didática.....	178
	APÊNDICE D – Manual de Apoio ao Professor de Física.....	184
	ANEXO A – Letra da música “Certas Coisas”	237

INTRODUÇÃO

A experiência e vivência obtidas enquanto professor de Física em turmas da Educação Básica durante os últimos onze anos, permitiu observar que, no geral, os alunos têm aversão e até mesmo trauma no que se refere à disciplina Física. Esses sentimentos muitas vezes são gerados da ideia ou preconceito de que os conceitos trabalhados durante o estudo da disciplina são impossíveis de se compreender e, conseqüentemente, de se internalizar, de se apropriar, na contramão de que a Física é uma ciência de cunho experimental e de grande aplicação no dia a dia.

Desse modo, como todo e qualquer profissional, o professor precisa ter domínio dos conceitos científicos para que possa mediar o encontro de seus alunos a tal conhecimento. A esse respeito, Borges e Reali (2012, p. 3) asseveram que “uma atuação docente satisfatória está relacionada com a formação satisfatória, seja em nível de formação inicial ou como de formação continuada”.

É importante frisar que neste estudo, a título de esclarecimentos, mediar, ou melhor, mediação é compreendida como sendo “o processo de intervenção de um elemento intermediário em uma relação, que deixa de ser direta e passa a ser mediada por um elemento interposto” (CARVALHO; MATOS, 2015, p. 190). As autoras ainda complementam que tal elemento interposto constitui ferramenta auxiliar da atividade humana, seja ela técnica ou psicológica.

Especificamente sobre os instrumentos técnicos, o computador é a ferramenta que mais se adequa ao momento de transformação que o ensino de Física passa, pois serve “[...] para modificar os objetos e, com isso, ampliar as possibilidades de transformação do mundo e levar o homem a atingir seus objetivos” (CARVALHO; MATOS, 2015, p. 190). Por sua vez, as ferramentas psicológicas são dispositivos para dominar processos mentais. Dessa forma, a utilização de ferramentas mediadoras promove a formação de uma ligação mais profunda entre organismo/meio, deixando-as mais complexas (OLIVEIRA, 2010).

Partindo desse entendimento, se faz necessário que todos os profissionais da educação, seja ela básica ou superior, estejam aptos para o uso das Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC), assim como das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

(TDIC)¹ na sala de aula, pois muitos desses profissionais não têm uma formação continuada nessa área ou sequer um conhecimento prévio de como poderão utilizar tais ferramentas no processo ensino e aprendizagem.

Em decorrência disso, como explicitado nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio - PCNEM (BRASIL, 2000), documento apresentado pelo Ministério da Educação no ano de 2000, há a necessidade do desenvolvimento por parte do professor de competências e habilidades nas diversas áreas do conhecimento da Base Nacional Comum do currículo da Educação Básica, que permitam aos educandos, dentre outras: compreender os princípios das tecnologias da comunicação e da informação e associá-las aos conhecimentos científicos, às linguagens que lhes dão suporte e aos problemas que se propõem solucionar.

Além disso, o professor deverá identificar a natureza das tecnologias da informação como integração de diferentes meios de comunicação, linguagem e códigos, da função integradora que elas exercem na sua relação com as demais tecnologias e, ainda, saber aplicar adequadamente as tecnologias da comunicação e da informação no trabalho, seja na escola ou em outros contextos relevantes para seu desenvolvimento profissional.

A esse respeito, constam nas Diretrizes Curriculares Nacionais - DCN (BRASIL, 2013), que as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) constituem uma parte de um contínuo desenvolvimento de tecnologias. Como quaisquer ferramentas, essas devem ser usadas e adaptadas para servir a fins educacionais. Porém, como tecnologia assistiva, que tem por finalidade eliminar as barreiras, objetivando uma maior qualidade de vida, elas devem ser desenvolvidas de forma a possibilitar que a interatividade virtual se amplie de modo mais intenso, inclusive na produção de linguagens (BRASIL, 2013; BORGES; TARTUCI, 2017).

Ainda sobre essa problemática, na apresentação dos PCNEM (BRASIL, 2000), conta que o Ensino Médio no Brasil está mudando e as novas tecnologias fazem parte do rol de ferramentas que irão possibilitar aos alunos uma melhor integração ao mundo contemporâneo nas dimensões fundamentais da cidadania e do trabalho, ou seja, da atividade desenvolvida pelos indivíduos.

¹ As Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (NTIC) são as tecnologias e métodos para comunicar surgidas no contexto da Revolução Informacional, Revolução Telemática ou Terceira Revolução Industrial, desenvolvidas gradativamente desde a segunda metade da década de 1970 e, principalmente, a partir de 1990. As Novas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação, assim como as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), dizem respeito a um conjunto de diferentes mídias, diferenciando-se pela presença das tecnologias digitais.

Nessa perspectiva, a formação do aluno deve ter como alvo principal a aquisição de conhecimentos básicos, a preparação científica e a capacidade de utilizar as diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação. Para isso, os educadores devem tratar os estudantes “[...] como seres potencialmente capazes de aprender e de se desenvolver [...] podem e devem planejar e desenvolver atividades que promovam a apropriação dos sistemas simbólico da cultura na qual os alunos estão inseridos [...]” (CARVALHO; MATOS, 2015, p. 187-190) de forma que proporcione o desenvolvimento psicológico cada vez mais elaborado e, assim, estimule a auto-observação, a memória seletiva, o pensamento lógico (concreto e abstrato), o controle voluntário das suas ações, dentre outras funções mentais psicológicas.

Face a essas considerações, a *gamificação* se apresenta como um fenômeno que surge da popularização e popularidade dos jogos, seja virtual, console² ou mesmo no smartphone, e de suas propriedades de gerar e motivar a ação, com potencialidades de auxiliar na resolução de problemas e, portanto, favorecer a internalização de conceitos nas mais diversas áreas do conhecimento e da vida dos indivíduos. Tal fenômeno nos encaminhou para o questionamento que norteou este estudo, a saber: como a *gamificação*, com destaque em jogo eletrônico, produzido a partir do *Scratch*, poderá mediar a aprendizagem dos conceitos da Ondulatória a alunos do Ensino Médio? Assim, tornou-se **objeto de estudo** desta investigação a *gamificação* e suas possibilidades na apropriação de conceitos da ondulatória no ensino médio.

É pertinente esclarecer que a *gamificação* nada mais é do que o uso de ferramentas abalizadas em games, estética e pensamento *gamer* para engajar as pessoas, motivar ações, possibilitar o ensino e aprendizagem de conceitos, bem como resolução de situações-problema conforme Kapp (2012 apud ANDRETTI; EGIDO; SANTOS, 2017).

Assim, este trabalho toma a *gamificação* como uma das estratégias metodológicas para mediar o ensino e aprendizagem da Ondulatória. Do exposto, surge um segundo questionamento, que culminou no **problema de pesquisa** deste estudo: Quais as possibilidades do jogo eletrônico "Ondas Secretas", produzido a partir do *Scratch*, no contexto da *gamificação*, mediar a apropriação de conceitos da Ondulatória no Ensino Médio?

Sendo assim foi produzido o jogo eletrônico "Ondas Secretas" como Produto Educacional/Material Instrucional, a partir do *Scratch*, o qual é gratuito, utiliza a linguagem de programação gráfica, permite alterações no jogo por parte dos usuários, permitindo o

² Console é um microcomputador dedicado a executar jogos de vídeo.

surgimento de outros jogos em ramos diferentes da Física ou até mesmo de outras áreas de estudo, além de atuar também como mecanismo mediador da aprendizagem desses conceitos.

Com isso, tem-se como **objetivo geral**: analisar as possibilidades do jogo eletrônico "Ondas Secretas", produzido a partir do *Scratch*, mediar a apropriação de conceitos da Ondulatória no Ensino Médio. Para tanto, como **objetivos específicos**, tem-se: a) realizar estudos teóricos sobre a *gamificação* no ensino de Física, com destaque nos jogos eletrônicos; b) elaborar o jogo eletrônico "Ondas Secretas", produzido a partir do *Scratch*, como potencializador da apropriação de conceitos da Ondulatória; c) aplicar o jogo eletrônico "Ondas Secretas", contemplando situações teórico-práticas sobre os conceitos da Ondulatória; d) identificar as significações desenvolvidas pelos alunos, participantes da pesquisa sobre o jogo eletrônico "Ondas Secretas" e suas possibilidades na apropriação de conceitos da Ondulatória.

Dessa forma, além da Introdução e das Considerações, este estudo, está dividido em 5 (cinco) seções. A primeira seção aparece subdividida em 2 (duas) partes. Na Parte I, será feita uma reflexão teórica sobre o processo ensino e aprendizagem da Física no Ensino Médio. Para tanto, inicialmente se fez uma contextualização histórica, partindo do cenário nacional, em que se revisita os primórdios da educação brasileira, com a chegada dos portugueses dando início a relação extrativista na então futura colônia, através da Companhia de Jesus com o intuito de promover a dominação por parte da metrópole, até o surgimento das primeiras universidades, bem como do primeiro curso de Física. E, por último, é realizado um breve relato sobre o ensino de Física no estado do Piauí, desde as primeiras aulas na extinta Faculdade de Filosofia do Piauí (FAFI) até o surgimento dos Programas de Pós-Graduação em Física da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

Na Parte II, dessa mesma seção, é feita uma discussão teórica das possibilidades e perspectivas metodológicas para o Ensino de Física, partindo do pensamento newtoniano-cartesiano³, pensamento este que esteve presente na cultura e educação ocidental por, aproximadamente, três séculos e como grandes físicos contribuíram para a mudança do pensamento daquela sociedade e a importância de suas descobertas que revolucionaram não só a Física, proporcionando aquela que hoje em dia é chamada de Física Moderna, mas também impulsionou o desenvolvimento de novos comportamentos contemporâneos nos mais variados

³ O pensamento newtoniano-cartesiano é uma visão mecanicista e materialista do conhecimento, assim como da vida e entende que a melhor maneira de conhecer o todo é dividi-lo em pequenas partes para assim poder estudá-las individualmente.

níveis, a exemplo da produção de NTIC e TDIC, as quais foram ferramentas básicas para a efetividade desta pesquisa.

Na segunda seção, tratamos do conceito de mediação. Para tanto, apresentamos a *gamificação* como possibilidade de mediar a aprendizagem da Ondulatória na perspectiva vigostkiana. Assim, refletimos sobre a mediação no processo ensino e aprendizagem da Física, entendendo-a como um “processo essencial para tornar possível, atividades psicológicas voluntárias, intencionais, controladas pelo próprio indivíduo” (OLIVEIRA, 2010, p. 35), a fim de que se concretize o processo da internalização, “consequência da mediação simbólica e é entendido como o próprio processo de desenvolvimento cultural” (CARVALHO, 2015, p. 195).

A referida seção está dividida em dois momentos. Inicialmente será discutindo o conceito de mediação proposto por Vigotski, de forma a dar suporte a esta pesquisa que se propõe a produzir instrumentos que possibilitem a internalização dos conceitos da Ondulatória. Em seguida será realizada uma apresentação sobre a *gamificação*, “[...] estratégia didática onde se utiliza elementos de games em contextos que não são de games no intuito de promover a motivação dos discentes” (DURÃO; BLEY; ARAÚJO, 2015, p. 2), dando ênfase à significação dessa estratégia didática como possibilidade de mediar a aprendizagem do ensino de Física no Ensino Médio, pois os estudantes que trazem muitas aprendizagens de suas relações com os *games*. Para finalizar a seção, descrevemos o *Scratch* e a sua relação com a *gamificação*. O *Scratch*, plataforma desenvolvida pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), tem como destaque ser gratuito e utilizar uma linguagem de programação gráfica, e tem como objetivo permitir ao usuário construir histórias, animações, jogos, simuladores e ambientes visuais de aprendizagem de uma maneira mais intuitiva.

Na terceira seção, especificamente, apresentamos uma breve contextualização da Ondulatória, bem como de alguns dos seus fenômenos: reflexão, refração, difração, polarização e ressonância. Partimos do entendimento de que a Ondulatória é a parte da Física que estuda as ondas e os seus respectivos fenômenos. Segundo Halliday, Resnick e Walker (2009, p. 116), “as ondas são um dos principais assuntos da Física”. Corroborando com a afirmação dos autores, é possível perceber uma onda, por exemplo, desde o gotejar de uma gota d’água sobre uma superfície de um lago a realização de um exame hospitalar de alta complexidade, dentre outros, tanto em nível microscópico ou macroscópico. Especificamente para o estudante do Ensino Médio, essa importância se potencializa com a recorrente aplicação de questões que exigem conhecimento sobre o tema nas provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), respaldando, assim, o tema abordado neste trabalho.

Por sua vez, dedicamos a quarta seção aos aspectos metodológicos dessa pesquisa. *A priori*, caracterizamos a pesquisa. Em seguida, caracterizamos o campo empírico: uma escola de tempo integral da rede estadual em educação situada na zona sudeste da cidade. Feito isso, apresentamos os sujeitos da pesquisa, estudantes da segunda série do Ensino Médio. Posteriormente, as técnicas e instrumentos empregados na produção de dados, através da observação e da aplicação de questionário. Em seguida, fizemos a exposição sobre como foi realizado os procedimentos de análise dos dados, tomando como base a Análise Textual Discursiva (ATD), abordagem que foi utilizada para apreciar os resultados obtidos e “[...] transita entre duas formas consagradas de análise na pesquisa qualitativa que são a análise de conteúdo e a análise de discurso” (MORAES; GALIAZZI, 2006, p. 2).

Contemplamos também, na metodologia a descrição da elaboração do produto educacional – jogo Onda Secreta. Aqui abordamos a importância de se utilizar o *Scratch* e sua linguagem por blocos e as possibilidades que o mesmo disponibiliza para o ensino da Ondulatória, assim como de quaisquer outras áreas de conhecimento científico.

A quinta seção é dedicada à análise e discussão dos dados empíricos, sendo avaliado como os estudantes de uma turma da segunda série do Ensino Médio de uma escola pública de tempo integral reagiram ao ter o ensino da Ondulatória mediado por um jogo.

Finalmente, temos as Considerações Finais acerca da pesquisa como um todo e do Produto Educacional.

2 O PROCESSO ENSINO E APRENDIZAGEM DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

O conhecimento físico é relevante para a cidadania. A Física está na base da maioria das tecnologias contemporâneas. No entanto, o ensino de Física, nos dias de hoje, baseia-se fundamentalmente em metodologias tradicionais centradas no professor, aborda conteúdo do século XIX e foca-se, principalmente, na preparação de estudantes para as provas. O resultado, bastante conhecido, é que os estudantes não gostam de Física, cursando-a apenas quando são obrigados e, então, seu objetivo resume-se a passar nos exames. Está mais do que na hora de repensar esse modo de ensino de Física.

Moreira (2018, p. 1)

Por corroborar das reflexões de Moreira (2018), sobretudo que “[...] o ensino de Física, nos dias de hoje, baseia-se fundamentalmente em metodologias tradicionais centradas no professor [...], e foca-se, principalmente, na preparação de estudantes para as provas”, entende-se que a existência de um ensino sem aprendizagem vem avalizada pela triste experiência cotidiana de alunos e professores que, sem dúvida, compartilham muitas horas de incompreensão mútua, desprovidas de significados (POZO, 2002).

A respeito do que Pozo (2002) afirma, sobre a incompreensão mútua e desprovida de significados na aprendizagem, seja da Física ou de qualquer outra área de conhecimento, tem sido uma tarefa muito difícil para os docentes manterem uma atuação como a desejável. No entanto, atualmente, devido a uma maior conscientização dos fracassos da aprendizagem e da necessidade de superá-los, a dificuldade encontrada por alunos e professores, tem relação direta com as transformações pelas quais a sociedade vem passando nas últimas décadas, a exemplo da imersão em um mundo envolto por TIC e, conseqüentemente, da inabilidade de se conviver com essas tecnologias.

Assim, como problematizada por Pozo (2002), a aparente “deterioração da aprendizagem” tem como fator preponderante as atuais exigências do mundo e da sociedade moderna. Isso se apresenta como uma necessidade cada vez maior. Em outras palavras, da apropriação de novos conhecimentos científicos e teóricos, em decorrência do ritmo de mudança muito acelerado, que exige continuamente novas aprendizagens. Emerge aí, portanto, por parte dos professores e dos profissionais da educação em geral uma formação permanente

no sentido de que sejam desenvolvidos significados e sentidos e que esses entrem em suas atividades de ensino.

Ainda em conformidade com Pozo (2002, p. 26), “se o que teremos de aprender evolui, e ninguém duvida de que evolui e cada vez mais rapidamente, a forma como tem de se aprender e ensinar também deveria evoluir.” Desse modo, os avanços tecnológicos influenciam a sociedade, mudando seu pensamento evolutivo, assim como a sociedade muda, ou influencia, os avanços tecnológicos. Então, como o próprio autor sinaliza, é possível afirmar que a suposta deterioração da aprendizagem em nossa sociedade é mais aparente do que real.

Diante desse cenário, é necessário que ocorra o entendimento que a aprendizagem não pode ser mais uma atividade mecanizada. Sabe-se que durante o final da segunda metade do século XX, ocorreu o que foi denominado da terceira revolução nos suportes da informação, que possibilitou uma evolução e a passagem para uma nova cultura da aprendizagem. Assim, as modernas tecnologias da informação são muito acessíveis, flexíveis e permitiram o surgimento de novos mecanismos para a mediação do conhecimento e, com isso proporcionando a apropriação dos conceitos da Física, pois as mudanças mais significativas na cultura da aprendizagem estão vinculadas historicamente ao desenvolvimento de novas TIC (POZO, 2002).

Feitas essas considerações, ao tratar diretamente sobre o Físico Educador, neste estudo compreendido como o professor licenciado em Física, Moreira (2018), ao relatar sobre os desafios e equívocos do Ensino de Física no século XXI, questiona como esse professor pode criar condições para que o aluno se aproprie dos conceitos desta ciência, a partir da produção de significados e sentidos numa perspectiva crítico-reflexiva. Para isso, como sugestões apresenta alguns mecanismos, a saber: valorização daquilo que o aluno já sabe; abandonar o modelo narrativo, aquele em que o professor apenas expõe suas ideias; motivar os alunos a problematizar; usar uma variedade de materiais de ensino; considerar lapsos e erros como componentes da aprendizagem; implementar distintas estratégias, enfim, auxiliar o aluno a superar suas limitações.

Diante dessas primeiras considerações e por entender ser oportuno, nessa discussão teórica sobre o processo ensino e aprendizagem, *a priori*, apresenta-se uma breve contextualização histórica sobre o ensino e aprendizagem da Física na Educação Básica, tomando como ponto de partida o ensino das Ciências Naturais, com foco no desenvolvimento do ensino da Física tanto a nível nacional quanto estadual.

2.1 Contextualização histórica do ensino e aprendizagem de Física no Brasil

Para que se possa entender o contexto atual sobre o ensino de Física no Brasil, faz-se necessário compreender como ocorreu seu desenvolvimento durante a história do país e, conseqüentemente, um pouco da história da educação brasileira. Ainda é necessário levar em consideração que “a história do Brasil no século XVI não pode ser desvinculada dos acontecimentos da Europa” (ARANHA, 2006, p. 139).

Desse modo, no início do século XVI, com o fim da Idade Média, ocorria o Renascimento na Europa. A humanidade lançava o seu olhar para o céu de uma outra maneira, já que a ideia de que Deus era o centro do universo, disseminada pelo Teocentrismo, estava ficando de lado e as questões do cotidiano estavam mais em voga, com uma maior curiosidade sobre aquilo que rodeava o ser humano, tendo interesse maior pelo próprio corpo e pela natureza da qual fazia parte. Nicolau Copérnico (1473-1543), já ajudava a mudar as significações sobre o universo apresentando o sistema heliocêntrico, modelo no qual o Sol é considerado como o centro do Universo (ARANHA, 2006).

Trinta anos após a chegada das primeiras caravelas portuguesas no litoral Sul da Bahia, região conhecida atualmente como a cidade de Porto Seguro, tem-se início a colonização, tendo como base o sistema de capitanias hereditárias e a monocultura da cana-de-açúcar. O recém **descoberto** Brasil, chamado pelos portugueses, primeiramente, Ilha de Vera Cruz, teve seu desenvolvimento econômico e cultural dependente da forma que Portugal se portava frente ao quadro europeu. A educação não constituía meta prioritária, tendo papel de agente colonizador, através dos missionários, para facilitar a dominação da metrópole (ARANHA, 2006).

Nesse contexto, Portugal, atrelada à cultural clássico-medieval, preservava o latim, a filosofia e a literatura cristã. Dessa forma, os jesuítas ficaram praticamente responsáveis pela educação da colônia por mais de dois séculos, atuando entre os anos de 1549 a 1759. Além disso, os jesuítas recebiam subsídios do governo português para realizar as missões, o que gerava a decorrente obrigação de fundar colégios e catequisar a população da colônia, o que implicava judicialmente na obrigação de formar gratuitamente sacerdotes para a catequese. Outras ordens religiosas também atuaram na colônia com a educação, não com a mesma amplitude a atuação, mas contribuindo de alguma forma, a exemplos de franciscanos, os carmelitas e os beneditinos (PILETTI, 2008; RIBEIRO, 2011; ARANHA, 2006).

Acrescido a isso, Piletti (2008), afirma que a Companhia de Jesus tinha no Brasil a função de pregar a fé católica e realizar trabalho educativo, com o papel de possibilitar o ensino das primeiras letras, a gramática latina, a doutrina católica e os costumes europeus. Resultou que, “os jesuítas logo compreenderam que não seria possível converter os índios à fé católica sem, ao mesmo tempo, ensinar-lhes a leitura e a escrita” (PILETTI, 2008, p. 34).

Nessa mesma Companhia, chegam com Tomé de Souza, quatro padres e dois irmãos jesuítas, chefiados por Manoel da Nóbrega. Dessa forma, apenas quinze dias depois da chegada no novo mundo, os missionários já davam início, na recém-fundada cidade de Salvador, uma escola de “ler e escrever”. As escolas de ler e escrever tinham como estudantes os filhos de senhores de engenho, dos colonos, dos índios e dos escravos (RIBEEIRO, 2011; ARANHA, 2006; PILETTI, 2008).

Com a elite da colônia, os jesuítas atuavam em três cursos, os quais obedeciam a sequência da aprendizagem inicial, sendo eles: a) Letras Humanas; b) Filosofia e Ciência (ou Artes); c) Teologia e Ciências Sagradas. Ao terminar o curso de Artes, o estudante poderia escolher entre ser padre ou mestre ou ainda ir para faculdades da Europa, cursar Direito, Filosofia ou Medicina.

A esse respeito, destaca-se que a Universidade de Coimbra, em Portugal era bastante procurada pelos brasileiros (ARANHA, 2006). “A educação feminina restringia-se a boas maneiras e prendas domesticas” (RIBEIRO, 2011, p. 12). Sobre a educação ofertada pelos jesuítas no período em questão, a autora ainda comenta que,

O seu objetivo religioso, acima de tudo, seu conteúdo literário, a metodologia dos cursos inferiores (humanidades) – que culminava com o movimento denominado “imitação, ou seja, a prática destinada a adquirir o estilo literário de autores clássicos [...]” (LARROYOU, 1970, p. 390) – e a dos cursos superiores (filosofia e teologia) – subordinada ao “escolasticismo” – faziam com que não só os religiosos de profissão, como também os intelectuais de forma geral, se afastassem não apenas de outras orientações religiosas, mas do espírito científico nascente e que atinge, durante o século XVII, uma etapa bastante significativa. Isso porque a busca de um novo método de conhecimento, método este que caracteriza a ciência moderna, tem origem no reconhecimento das insuficiências do método escolástico medieval, adotado pelos jesuítas (RIBEIRO, 2011, p. 14).

Após 210 anos, onde “jesuítas promoveram maciçamente a catequese dos índios, a educação dos filhos dos colonos, a formação de novos sacerdotes e da elite intelectual, além do controle da fé e da moral dos habitantes da nova terra” (ARANHA, 2006, p. 140), Sebastião José de Carvalho e Melo, o Marquês de Pombal e então primeiro-ministro de Portugal,

determinou a retirada da Companhia de Jesus da Colônia depois de conflitos com os jesuítas, pois duvidava de suas intenções com o governo português.

Dentre as reclamações, pode-se citar o fato que a Companhia de Jesus selecionava os melhores estudantes para seguir junto aos jesuítas quando os direcionavam para o curso de Teologia, assim como o padrão de redizima que, desde 1564, consistia no redirecionamento de 10% do que era arrecadado em impostos em todas as capitanias da colônia e seus povoados, fossem direcionados para manter os colégios jesuíticos (RIBEIRO, 2011).

Em pleno século XVIII a filosofia moderna, de René Descartes (1596-1650) e a ciência físico-matemática, por exemplo, eram desconhecidas na Universidade de Coimbra, sendo apenas em 1779 a criação da Academia Real de Ciências. A Universidade de Coimbra foi fundamental para a formação da elite cultural brasileira. Pombal, com suas mudanças na área do ensino, inclui a natureza científica nos cursos superiores, realiza concursos para professores e a aplicação de aulas régias de Latim, Grego e Retórica (RIBEIRO, 2011).

Um reflexo da formação de brasileiros na Universidade de Coimbra, foi o Seminário de Olinda, em Pernambuco, no ano de 1798, que pode ser destacado como um dos primeiros raios de luz sobre a escuridão sobre o ensino de Ciências nos quase três séculos da colônia. Aranha (2006) relata que, nesse seminário havia uma maior atenção para o ensino das línguas vivas, da então literatura moderna e para o ensino de Ciências, como já destacado anteriormente.

O seminário, como os demais, mesmo destinado à formação de padres e educadores, era dominado por ideias iluministas daqueles alunos egressos da Universidade de Coimbra, de forma que se procurava utilizar uma nova metodologia de ensino que fugisse do formato tradicional da época, que tinha como preceitos castigos físicos e a memorização dos conteúdos.

Na primeira década do século XIX, tanto Portugal, a metrópole, como o Brasil, então a Colônia, sofreram mudanças extremamente significativas que alteraram o curso de suas histórias, sendo mais impactante para essa última, que começava a seguir o caminho para a nação que temos hoje ao se tornar sede da Coroa portuguesa.

De acordo com Aranha (2006), o atrito entre a Napoleão e a família Real portuguesa fez com que em 1808, houvesse uma debandada de portugueses para aquela que até então era a colônia. Nesse cenário, observa-se que,

A partir dessa nova realidade [...] fez-se necessária uma série de medidas atinentes ao campo intelectual geral, como: a criação da Imprensa Régia (13 de maio de 1808), Biblioteca Pública (1810 – franqueada ao público em 1814), Jardim Botânico do Rio (1810), Museu Nacional (1808). Em 1808 circula o

primeiro jornal (*A Gazeta do Rio*) em 1812, a primeira revista (*As Variações ou Ensaios de Literatura*), em 1813, a primeira revista carioca – *O Patriota*. (RIBEIRO, 2011, p. 26).

Nesse período, o que ainda se pode ser destacar é a criação de algumas academias reais, como a da Marinha (1808) e a Militar (1810). Essa última foi, posteriormente, batizada de Escola Central (1858), obtendo outras denominações durante os anos até ser atualmente conhecida como Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Isto posto, embora que se tenha constatada a existência do ensino das Ciências da Natureza nesse desenvolvimento, o que se verifica são alguns cursos isolados, a exemplo de estudos de Botânica e de Química na Bahia (1817).

O curso de Química procurava abranger a Química Industrial, a Geologia e a Mineralogia (RIBEIRO, 2011). Ao analisar o que é descrito pela autora, é fácil observar que não há qualquer indicio sobre o estudo da Física. Na verdade, “[...] no século XIX ainda não havia uma política de educação sistemática e planejada. As mudanças tendiam a resolver problemas imediatos, sem encará-los como um todo” (ARANHA, 2006, p. 221).

No ano de 1827, ocorre a criação do observatório astronômico. As primeiras escolas normais do Nordeste foram criadas em 1836 (Bahia) e em 1845 (Ceará). O objetivo dessas escolas era melhorar o corpo docente da época, de forma que com um curso de, no máximo dois anos, ocorreria a qualificação a nível secundário do professor (RIBEIRO, 2011).

Conforme relato de Fernando de Azevedo (1894-1974), “[...] a taxa de analfabetismo no Brasil atingiu em 1890 a cifra de 67,2%, herança do período imperial que a República não conseguiria reduzir senão a 60,1%, até 1920” (ARANHA, 2006, p. 224), algo que não seria de se surpreender, já que a estrutura sempre era mínima, assim como os salários dos professores, que muitas vezes tinham que buscar outras atividades para complementar a sua remuneração. Em síntese, observa-se que tudo era feito no improvisado. Em contrapartida, outros países procuraram mecanismos de promover uma educação nacional que beneficiasse o desenvolvimento como um todo (ARANHA, 2006).

Ainda sobre o século XIX, conforme apresenta Aranha (2006), enquanto ocorria um movimento mundial para que as escolas fossem laicas, no Brasil ainda persistia a tendência de criar escolas religiosas. A autora destaca a iniciativa de maçons que fundaram a Sociedade Culto à Ciência, de Campinas, no estado de São Paulo, que tinha uma inspiração positivista e propunha um estudo de ciências, que até então era despreciado pela tradição humanística.

No cenário do século XX, esse foi um período em que a humanidade passou por uma grande evolução e transformação tecnológica em inúmeras áreas e sem precedentes, a exemplo da produção de novas fontes de energia, da comunicação com o surgimento da televisão, do microcomputador, da internet, do celular, dentre outras TIC, tendo como base o avanço nos estudos da Física.

Nesse processo de objetivação e apropriação dessas tecnologias, alguns conceituados físicos podem ser destacados: Albert Einstein (1879-1955), alemão que foi laureado pelo Prêmio Nobel pela descoberta do efeito fotoelétrico; Niels Henrick David Bohr (1885-1962), dinamarquês cujos trabalhos contribuíram decisivamente para a compreensão da estrutura atômica e da Física Quântica; Erwin Rudolf Josef Alexander Schrödinger (1887-1961) austríaco, que contribuiu para a mecânica quântica, especialmente com a equação de Schrödinger, pela qual recebeu o Nobel de Física em 1933; e Richard Philips Feynman (1918-1988), norte-americano, tido como um dos pioneiros da eletrodinâmica quântica, e ganhador do Nobel de Física de 1965.

Dando prosseguimento a essa contextualização do ensino de Física no contexto internacional, ainda no século XX há a consciência e necessidade de uma escola que fosse para todos, leiga, gratuita e obrigatória, havendo a ampliação dos níveis de ensino para o fundamental, secundário e superior. A Escola Nova, surgida no século XIX, ganhou destaque no décadas depois por procurar superar a rigidez e a memorização excessiva do ensino tradicional, que até então dominava todas as escolas da época, sendo adotada por instituições da França, Inglaterra, Alemanha, Bélgica, Itália e Estados Unidos (ARANHA, 2006).

O século XX também se destacou pela ocorrência de guerras entre as nações e perseguições políticas, xenofóbicas e religiosas. Com a Primeira Guerra Mundial (1914-1918), inicia-se a imigração de europeus para o Brasil e, em consequência disso, surgem as primeiras atividades científicas do país. Em setembro de 1920 há a criação da Universidade do Rio de Janeiro, que teve como origem a reunião de várias faculdades. Na década de 1920 ainda ocorre o lançamento do Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova e a fundação da Universidade do Rio de Janeiro (RIBEIRO, 2011; SBF, 1987). Em outras palavras,

Havia no país uma só universidade, fundada em 1920 no Rio de Janeiro. Esta universidade era formada pelas escolas superiores já existentes antes da sua fundação: Engenharia, Medicina, Direito e Odontologia, colocadas então sob uma única administração, mas sem qualquer conexão – intelectual ou profissional – entre elas. Em vários lugares no Brasil havia escolas superiores

isoladas equivalentes a essas, mas que também não mantinham ligação alguma entre elas (SALMERON, 2001, p. 219).

Através da citação do autor, verifica-se que ainda não há um foco, por menor que seja, na formação de qualquer profissional de áreas como a Biologia, Física ou a Química, haja vista que, conforme explicita Andrade (2010), o ensino secundário estava dividido em duas etapas:

- A primeira sendo um curso fundamental de cinco anos, que tinha como um de seus objetivos procurar trabalhar os bons costumes do homem e;
- A segunda, procurava adaptar o estudante as futuras especificidades da profissão, com duração de dois anos.

Na Idade Média, a Europa já possuía universidades e enquanto a primeira universidade estava sendo criada no Brasil, as do Velho Mundo já estavam sendo reformuladas, nos moldes dos interesses da economia industrial capitalista e das novidades científicas. Enquanto a Espanha permitia a criação de universidade em suas colônias da América Latina, vários projetos de formação de universidade tiveram suas propostas sempre recusadas até mesmo ao longo do Império (ARANHA, 2006).

No ano de 1930 é criado o Ministério da Educação e da Saúde e com sua criação, ocorre uma reforma do ensino superior, que pretendia organizar o sistema universitário, que até então não obedecia a regras específicas. Nessa mesma década, ocorre um aumento na imigração e há a chegada de nomes que iriam ser fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa em Física e de outras áreas da ciência em nosso país (RIBEIRO, 2011; SBF, 1987).

Uma das características desse período é a que os cientistas que existiam no Brasil, contemplando diversos campos da ciência, assim como os filósofos e escritores, eram autodidatas. Mas, em 1934, após a junção de algumas escolas superiores de São Paulo, ocorre a fundação da Universidade de São Paulo (USP), sendo esse fato um dos maiores da história do Ensino Superior brasileiro, episódio que é corroborado por suas pesquisas e destaque no meio acadêmico que possui na atualidade perante as outras universidades do restante do globo (SALMERON, 2001; SBF, 1987).

Faz-se necessária uma observação sobre a citação de Salmeron (2001) apresentada anteriormente, já que a autora Aranha (2006) indica que além da Universidade do Rio de Janeiro, de 1792, a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) já tinha sido criada no ano de 1927, mas a mesma autora ressalta que a USP se diferenciava por ser a primeira universidade

criada com um novo tipo de organização, onde as faculdades não funcionariam mais independentemente.

Na USP foi criada a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL) da USP, a primeira fundada no país. Deve-se destacar que os fundadores da USP decidiram convidar professores de destaque da Europa para começar o ensino e a pesquisa nas diferentes ciências. Teodoro Augusto Ramos (1895-1937), matemático brasileiro, que havia trabalhado em Paris, na *Sorbonne*, convidou formalmente os pesquisadores para as mais diversas áreas, tendo Enrico Fermi como a primeira opção para dirigir a Física. Fermi, recusou devido ao seu envolvimento com pesquisas que estava realizando, e acabou por recomendar Gleb Vassielievich Wataghin (1899-1986), para atuar na universidade recém criada (SALMERON, 2001).

Gleb Wataghin, era um físico experimental russo de origem judaica, naturalizado italiano, que então trabalhava na Universidade de Turim e acabou por implantar o Departamento de Física da FFCL/USP em conjunto a Bernhard Gross (1905-2002), que deu início às investigações na área de Física dos Sólidos no Rio de Janeiro (SBF, 1987).

A chegada de Gleb Wataghin, merece um destaque especial por sua contribuição ao estudo da Física no Brasil e sua presença no país está diretamente ligada a fundação da USP, já que, como mencionado anteriormente, não havia escolas especializadas no estudo das ciências da natureza, ciências humanas ou literatura no território nacional (SALMERON, 2001; SBF, 1987).

Para a felicidade da Física brasileira, Wataghin aceitou o convite e mesmo com inúmeras dificuldades que passou, foi uma grande oportunidade para o Brasil, devido a suas qualidades científicas e pessoais. Wataghin “era homem jovial, sorridente, com amplo interesse pelas coisas da vida e pelo relacionamento humano. Apaixonado pela ciência, gostava de ensinar, e estava sempre disponível para longas palestras com os estudantes” (SALMERON, 2001, p. 221).

Outros físicos notáveis como Marcello Damy de Souza Santos, físico experimental e um dos líderes da Física brasileira, ao construir um acelerador de elétrons do tipo betatron e iniciar a Física com aceleradores e a Física nuclear no Brasil; Paulus Aulus Pompéia, um dos principais organizadores do Instituto Tecnológico de Aeronáutica; Mário Schenberg, físico teórico, que trabalhou com o grupo de Enrico Fermi na Universidade de Roma; Sônia Ashauer, Física teórica, teve como orientador Paul Dirac, na Universidade de Cambridge; dentre outros, foram alguns dos estudantes participantes do grupo de pesquisa de Wataghin que viajaram para

o exterior com o objetivo de continuar seus estudos em alguns campos da Física (SALMERON, 2001).

Cesar Lattes, curitibano, é um dos mais reconhecidos, entre os estudantes do grupo de Gleb Wataghin. Lattes trabalhou com Cecil Powell, na Universidade de Bristol e, realizou pesquisas sobre raios cósmicos na Unicamp, além de participar da descoberta do *meson- π* em 1947, com Hideki Yukawa (1907-1981), algo que repercutiu intensamente nos meios científicos, quando tinha apenas 23 anos (MARQUES, 2013; SALMERON, 2001).

Esse fato trouxe visibilidade a Lattes, sendo convidado para palestras e seminários em eventos onde físicos como Niels Bohr e Werner Heisenberg também se apresentavam. A visibilidade alcançada beneficiou o estudo da Física brasileira, que até então não possuía notoriedade e conseqüentemente nem recursos, de forma que ao retornar ao Brasil para dar continuidade aos seus projetos, oportunizou a criação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), em 1949 e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), em 1951, se tornando assim uma espécie de patrono da moderna ciência brasileira (MARQUES, 2013; SALMERON, 2001).

No final da primeira metade do século XX, após a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), tem-se início a um período de conflitos políticos, sociais e econômicos em nível mundial. A Guerra Fria, por exemplo, foi um conflito em que de um lado estava os Estados Unidos das Américas (EUA) e do outro a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) ou simplesmente União Soviética, onde ambos defendiam modelos de sociedades diferentes e tentavam se afirmar como potências globais. (ROSA; ROSA, 2012).

Até os mecanismos de como a educação era realizada entre os dois lados agitavam a disputa, onde tentava-se provar qual a orientação pedagógica poderia proporcionar melhores frutos, “[...] se a Leste a doutrinação da juventude adquirira forte caráter de adesão aos valores socialistas, a Oeste, em que pese influência da Escola Nova, com seu ideal de autonomia e individualidade, os países capitalistas se ressentiram do impacto da ideologia anticomunista” (ARANHA, 2006, p. 248).

Historicamente, em 1945 ocorre a renúncia do então presidente do Brasil, Getúlio Vargas e a eleição de Eurico Gaspar Dutra, que promulgou a Constituição de 1946 e que promoveu algumas mudanças no ensino brasileiro. Ocorre um crescimento quantitativo no ensino e a elaboração da primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), que já vinha sendo planejada a mais de uma década, e o início do compartilhamento de ideias sobre o ensino

entre os EUA e o Brasil, sendo definido que 33 escolas técnicas e industriais seriam equipadas com equipamentos norte-americanos (ROSA; ROSA, 2012).

Nesse período o Brasil já tinha evoluído em relação as pesquisas relacionadas a Física, mas estava nas primícias quando o assunto era o ensino de Física nas escolas. Segundo as autoras Lucas e Machado (2002), Ruy Barbosa de Oliveira (1849-1923), no século XIX, já ressaltava a necessidade da inclusão da disciplina de Ciências nos currículos escolares, pois era fundamental para tornar o Brasil uma nação civilizada e colaborassem para a formação dos cidadãos e prepará-los para o trabalho. Mesmo com seu apelo, apenas em 1920, o estudo de ciências foi incorporado, mas o mesmo não era obrigatório.

É válido ressaltar que no Colégio Pedro II, de 1831 a 1881, apenas 10% do conteúdo abordado era relativo ao estudo das Ciências, sendo esse percentual abrandado em 1876, devido a retirada da obrigatoriedade dos dois últimos anos do curso regular para aqueles que tinham interesse em ingressar no curso superior, fase na qual a Física era ministrada (LUCAS; MACHADO, 2002).

Apesar da defasagem vivida ao longo dos séculos, o estudo de Ciências, assim como a Tecnologia, obteve um maior reconhecimento já na segunda metade do século XX devido a sua relação direta com o desenvolvimento das sociedades modernas. Dessa forma, deu-se início a vários movimentos que propunham uma transformação do ensino e reformas educacionais no sistema educacional brasileiro, a exemplo do Instituto Brasileiro de Educação, Ciências e Cultura (IBECC).

2.1.1 O ensino de Física: 1950 - 1988

O IBECC surgiu no final da década de 50 do século passado, como uma comissão local da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, a UNESCO. Tal Instituto foi criado em 1946 pela USP para promover melhorias na formação científica dos estudantes e assim proporcionar o desenvolvimento nacional, para tanto, o instituto deveria produzir mecanismos que permitissem fugir da metodologia expositiva usada até então, que tinha como base os livros de origem europeia ainda utilizados nas escolas e inserir o laboratório no cotidiano das aulas (LORENZ, 2008).

De acordo com Lorenz (2008), no ano de 1967 é criada a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC), uma entidade distinta do IBECC, mas que era responsável por comercializar suas produções didáticas, devido a sua ligação com a

UNESCO. Já na década de 1970, o IBECC/FUNBEC sofre alterações na sua política de trabalho e agora o instituto deveria ter como foco a criação de materiais que contemplassem a realidade do alunado brasileiro e de maneira mais imediata e não apenas distribuir produtos oriundos de projetos internacionais.

Com a Lei 5.692/71 o sistema escolar agora era dividido em 1º e 2º graus, ampliando a obrigatoriedade do 1º grau de 04 (quatro) para 08 (oito) anos onde a Biologia, a Física e a Química, eram trabalhadas como disciplinas durante o 2º grau. Em 1972, o Ministério da Educação e Cultura (MEC), cria um projeto que tinha como objetivo melhorar o ensino de Ciências e Matemática ao desenvolver materiais didáticos e fornecer treinamento aos professores, tendo o Programa de Expansão e Melhoria do Ensino (PREMEN) a responsabilidade para tal, através do apoio da Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional (ARANHA, 2006; LORENZ, 2008)

O PREMEN, através da agencia norte-americana, patrocinou 12 projetos entre os anos de 1972 a 1980 para o desenvolvimento de materiais didáticos tanto para o 1º como para o 2º grau do sistema de ensino, como o Projeto de Ensino de Física, por exemplo, que teve grande importância e que tinham como base os materiais produzidos na década de 60 pelo IBECC. Enfatizar o uso do laboratório com a utilização de aparatos experimentais e assim gerar um melhor entendimento do processo científico, além de produzir livros textos com uma melhor apresentação dos conteúdos, foram os diferenciais dos projetos desenvolvidos pelo PREMEN (LORENZ, 2008).

Mesmo tomando como base projetos internacionais, e tendo a década de 1970 bastante frutífera, ao produzir o Projeto CESH (Ciências Físicas e Biológicas, Estudos Sociais e Matemática) que propôs material para ser aplicado no 1º grau, atingindo assim seus objetivos formulados pelo MEC, o IBECC/FUNBEC viu o Projeto Melhoria do Ensino de Ciências ser encerrado e conseqüentemente a produção de materiais didáticos, o que não significa dizer que o país atingiu os níveis desejados para o campo em questão. Nesse mesmo período observou a adaptação das escolas para o ensino profissionalizante. O IBECC, entre os anos 1964 e 1971, distribuiu mais de 400.000 exemplares do material desenvolvido por instituições norte-americanas, que focavam a melhoria do ensino de Física, sendo estes comentados logo em seguida na próxima seção (LORENZ, 2008; ROSA; ROSA, 2012).

2.1.2 A Guerra Fria e o Ensino de Física

Um dos motivos para o início dessa transformação ocorreu no ano de 1957, ano marcante para a URSS e para toda a humanidade, já que em 4 de outubro do ano em questão, ocorre o lançamento do primeiro satélite artificial da Terra, o *Sputnik 1*, marcando o início da Era Espacial. Esse mesmo evento, marcou uma nova era no ensino de Ciências dos EUA, pois devido a essa “guerra fria”, que ocorria entre as duas grandes nações, o lançamento de um satélite por uma nação comunista, que desde a década de 40 se difundia pelo mundo gerando preocupação para o governo e para a população norte americana, representava uma ameaça a supremacia tecnológica da EUA, que acabará de ser ultrapassada pela então União Soviética (CARLEIAL, 1999; LORENZ, 2008; KRASILCHIK, 2000, grifo nosso).

Parte da sociedade norte americana, incluindo setores da comunicação, a exemplo do jornal *The New York Times* e até o Presidente Eisenhower responsabilizaram às escolas americanas, dirigindo duras críticas ao movimento “Educação para a Vida” que existia na época e por tanto não haveria como concorrer com o ensino científico realizado no ensino soviético (CARLEIAL, 1999).

Todos esses fatos justificaram o investimento em recursos humanos e financeiros sem paralelo na história da educação, para produzir os chamados projetos de 1ª geração do ensino de Física, Química, Biologia e Matemática para o ensino médio realizado pelos EUA. O objetivo era a formação de uma elite de estudantes que garantissem a hegemonia norte-americana na corrida espacial e que dependia, em boa parte, de uma escola secundária que identificasse e estimulasse os jovens talentosos a seguir carreiras científicas (LORENZ, 2008; KRASILCHIK, 2000).

“Nos projetos, foram criados grupos de trabalho incumbidos da tarefa de desenvolver novos materiais didáticos. As equipes eram constituídas por professores secundários e professores universitários, e, pela primeira vez, por cientistas.” (LORENZ, 2008, p. 10) Tal feito permitiu o surgimento de novos cursos de Ciências para a Física, Biologia, Química e Ciências da Terra, apresentando inúmeros produtos educacionais como livros didáticos, filmes, equipamentos de laboratório, materiais para alunos com necessidades especiais, assim como a produção de textos, treinamento de professores e um processo contínuo de atualização e valorização do programa a ser ensinado (LORENZ, 2008; ROSA; ROSA, 2012).

Desenvolvido pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (em inglês: *Massachusetts Institute of Technology* – MIT), para o ensino de Física, ainda no ano de 1956, o *Physical Science Study Committee* (PSSC), foi o primeiro dos projetos que seriam produzidos para mediar o ensino de Ciências. O PSSC buscava trabalhar a Física com mais profundidade em seus

conteúdos, diferenciando-se assim dos demais que se tinha conhecimento na mesma época, apresentando aos estudantes as relações que existiam entre o que se tinha obtido nos laboratórios, com a teoria que se estudava em sala de aula, através de mais de cinquenta estudos que objetivavam aprofundar seus conceitos de Física (LORENZ, 2008).

O PSSC obteve um grande sucesso e serviu como modelo para a criação dos demais projetos, como o *Biological Science Curriculum Study* (BSCS), para o ensino de Biologia e o *Chemical Bond Approach*, ou CBA, para o ensino de Química. Outros projetos foram criados, conforme o autor apresenta, tendo em comum o financiamento da Fundação Nacional de Ciências (*National Science Foundation* - NSF), uma agência oficial e independente norte-americana, que era responsável por criar uma política nacional destinada à pesquisa básica e ao ensino de Ciências.

Nos anos subsequentes, a NSF patrocinou outros projetos secundários para o ensino de Física, como o *Introductory Physical Science* (IPS) e o *Project Harvard Physics* (PHP) e para o ensino das Ciências da Terra, o *Time, Space and Matter* (TSM) e o *Earth Science Curriculum Project* (ESCP). Também, o NSF apoiou projetos para o ensino elementar das Ciências, como o *Elementary Science Study* (ESS), o *Science Curriculum Improvement Study* (SCIS) e o *Science – A Process Approach* (SAPA) (LORENZ, 2008, p. 12).

Segundo Lorenz (2008), quase a totalidade das equipes que produziram os projetos tinham como consenso a necessidade de uma nova abordagem da Ciência nas escolas, tendo como primeiro princípio uma maior interação entre as disciplinas buscando temas unificadores para mediar a internalização dos conhecimentos ali trabalhados. O segundo princípio tinha como base a investigação dos processos utilizados pelos cientistas como mecanismo para excluir aquilo que era conhecido como “retórica de conclusões” até então algo comum nas escolas, onde os professores apresentavam os conceitos como algo imutável, restando apenas a memorização por partes do corpo discente.

Assim, os novos cursos propunham que o aluno deveria participar do processo científico. Esses projetos, tinham como característica, produzir produtos educacionais que possibilitassem a mediação do ensino de Ciências através de metodologias ativas, como o ensino por investigação, sendo amplamente divulgados e trabalhados por diversos países, como a Inglaterra e toda a América Latina (LORENZ, 2008).

A Inglaterra tomou como base os projetos financiados pela NSF, que nos EUA tinham como objetivo formar uma elite para desenvolver a ciência daquela nação, e decidiu produzir

seus próprios projetos, mantendo o que para eles seria mais importante, a influência acadêmica e científica de instituições inglesas, o que acabou também servindo de parâmetro para os países que formam a comunidade britânica (KRASILCHIK, 2000).

No Brasil, historicamente atrasado no quesito educação em relação até mesmo a países da América Latina, a exemplo da demora para a criação de sua primeira universidade, o PSSC e os demais projetos, tinham como objetivo sanar a falta de cientistas e gerar um avanço na ciência e na tecnologia necessária ao país, que estava em processo de industrialização (KRASILCHIK, 2000).

Marco Antonio Moreira, um dos maiores pesquisadores do Ensino de Física do Brasil, considera que o PSSC “um bom referencial para início de conversa em relação ao ensino de Física no Brasil” (MOREIRA, 2000) já que ele se propôs a mudar a maneira de como a Física era ensinada em nosso país. No mesmo trabalho, o autor tece críticas ao projeto quando diz que “[...] os projetos foram muito claros em dizer como se deveria ensinar a Física (experimentos, demonstrações, projetos, “*hands on*”, história da Física, ...), mas pouco ou nada disseram sobre como aprender-se-ia esta mesma Física. Ensino e aprendizagem são interdependentes [...]”.

Ainda sobre as perspectivas do ensino de Física, Moreira (2000) realiza uma observação relevante ao PSSC, projeto aplicado em escolas brasileiras durante o alguns anos do séc. XX, e que pode ter tido como grande deficiência, conforme o autor, a intenção de produzir físicos em potencial e a grande maioria dos estudantes, seja de qual for o século, não tem interesse de estudar Física na Educação Superior, mas como cidadãos do mundo, devem compreendê-lo melhor e a tecnologia que avança sobre ele, de forma que a Física é uma mediadora dessa compreensão, servindo para a sua vida (MOREIRA, 2000).

Rosa e Rosa (2012) complementam, afirmando que os problemas encontrados na aplicação dos projetos propostos, como a falta recorrente de equipamentos e que portanto impediu o andamento almejado, foram solucionados apenas no final da década de 1960, o que impossibilitou o bom andamento do plano traçado para as escolas da época, havendo a necessidade da proposição de um programa secundário para equipar as escolas e assim seguir o que foi determinado. Outra característica observada foi que o corpo docente recebeu um treinamento que não proporcionou uma visão crítica, a que hoje se tem como ideal, mas muito tecnicista e dependente do livro didático, algo que ainda é latente atualmente.

De 1964 a 1985, o Brasil foi governado pela Ditadura Militar, que provou transformações políticas, sociais e econômicas devido as suas imposições. Na educação não foi diferente, já que se observou a aplicação da Tendência Tecnicista com o objetivo de justapor

um modelo empresarial nas escolas e integrar o país ao sistema capitalista ao tratar educação como capital humano. Investir em educação significaria possibilitar o crescimento econômico (ARANHA, 2006).

Além disso, “o movimento norte-americano de renovação do ensino de Ciências alastrou-se pelo mundo todo” (LORENZ, 2008, p. 14). Outros países da América Latina também passaram por um processo de aparelhamento, onde foi observado um desvio de recursos das atividades-fim para a compra de recursos tecnológicos de ensino, atividades-meio, através de programas internacionais realizados pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC) e *United States Agency for International Development* (USAID) mas que em contrapartida proporcionava a compra de equipamentos já ultrapassados, mas que atendia a um dos três pilares da reforma então proposta de aparelhar as escolas e possibilitar a formação de profissionais para suprir a falta de mão de obra especializada que existia e possibilitar a expansão do mercado (ARANHA, 2006).

Tais propostas, como já mencionado anteriormente, compreendem os pressupostos teóricos do tecnicismo, que se encontram na filosofia positivista e na psicologia behaviorista. Dessa forma, “o professor é um técnico que, assessorado por outros técnicos e intermediado por recursos técnicos, transmite um conhecimento técnico e objetivo” (ARANHA, 2006, p. 317), procurando gerar uma mudança do perfil dos estudantes que se tinha até então, através do treinamento, com o propósito de desenvolver suas habilidades ao privilegiar a utilização de recursos da tecnologia educacional, uma técnica de condicionamento característica do behaviorismo (ARANHA, 2006).

Nesse período, conforme McConnel (1996, apud ROSA; ROSA, 2012), a nível mundial, percebia-se que o ensino de Ciências sofria pela utilização exacerbada do livro didático em sala de aula, reflexo da falta de laboratório, provocando um desânimo dos estudantes e um conseqüente declínio no número daqueles que teriam interesse em seguir a carreira científica, já que os currículos estavam defasados somado a falta de estrutura adequada devido à falta de apoio financeiro às escolas.

O PSSC e outros projetos ficaram por um curto período nas escolas brasileiras, devido a problemas na sua implementação ligados as diferenças socioeconômicas e culturas existentes no seu país de origem, assim como a pouca aceitação por parte dos professores e a formação deficiente dos mesmos, somada as más condições das escolas, além do surgimento de projeto nacionais formulados pelo IBECC (FERNANDES, 1997; ROSA; ROSA, 2012).

2.1.3 O Ensino de Física após o ano de 1996

Com o fim da Ditadura Militar, e a redemocratização do país, no ano de 1988 ocorre a aprovação da nova constituição, que, dentre outros, destaca: a gratuidade do ensino público em estabelecimentos oficiais; o ensino fundamental obrigatório e gratuito; extensão do ensino obrigatório e gratuito, progressivamente, ao ensino médio.

No ano de 1996, é aprovada a Lei 9.394, que estabelece novas Diretrizes e Bases da Educação Nacional, tendo em seu artigo 35, a indicação que o Ensino Médio tem como finalidade permitir que o estudante consolide e aprofunde todos os conhecimentos adquiridos durante o Ensino Fundamental, permitindo que o mesmo possa prosseguir seus estudos, caso deseje ingressar na Educação Superior, além de obter a compreensão de fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina (BRASIL, 1996).

Com o surgimento do novo Ensino Médio, no ano de 2000, o MEC em conjunto com educadores de todo o País, definiu um novo perfil para o currículo, onde são apresentados as competências básicas que os jovens deveriam possuir para ingressar na vida adulta, dando origem aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) que se propunham difundir os princípios da reforma curricular e orientar o professor, na busca de novas abordagens e metodologias (BRASIL, 2000).

No artigo 36, a lei 9.394/96, informa que o currículo do ensino médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e por itinerários formativos, sendo que em 2017 sua redação foi alterada, devendo ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino (BRASIL, 1996).

A Física é um dos componentes curriculares que compõem as Ciências da Natureza e, conforme a BNCC mencionada pela LDB 9.394/96, está inclusa na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e agora, em conjunto com a Biologia, Química e a Matemática deve produzir um conhecimento que faça sentido e gere algum significado no estudante através dos mecanismos mediadores utilizados.

A ideia tecnicista é abandonada, já que se tem um entendimento que o Ensino Médio é detentor de um caráter mais amplo, onde o ensino deve associar os conteúdos tecnológicos ao aprendizado científico e matemático permitindo a formação cidadã através da interdisciplinaridade e não apenas um profissional para o mercado de trabalho. Assim, os

PCNEM propõem que o estudante ao terminar o Ensino Médio tenha desenvolvido mecanismos que o façam interpretar os fatos naturais que ocorrem a sua volta, compreenda procedimentos e equipamentos do seu cotidiano social e profissional (BRASIL, 2000).

Ainda ocorre o lançamento das Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, conhecido por PCN+, o mesmo procurava apresentar sugestões para uma melhor articulação do Ensino Médio, através de temas estruturadores por meio da interdisciplinaridade e da contextualização. Em um segundo volume, das mesmas Orientações Educacionais Complementares, buscou-se relacionar conteúdos e competências na tentativa de ultrapassar a tão discutida memorização conteudista presente à séculos no ensino de Física, balizando para a aplicação de uma nova atuação do professor de Física dentro da sala de aula.

Dessa forma, após esse relato sobre contextualização histórica do ensino e aprendizagem de Física no Brasil, faz-se necessário uma contextualização histórica no ensino e aprendizagem da Física a nível de Piauí, que será desenvolvido no tópico a seguir.

2.1.3.1 O Ensino de Física no Piauí: de 1950 aos dias atuais

Ao tratar do curso de Física da Universidade Federal do Piauí (UFPI), é necessário comentar sobre o início da oferta dos primeiros cursos de Licenciatura no Piauí, ação promovida pela Sociedade Piauiense de Cultura (SPC) que teve como idealizador e presidente Dom Avelar Brandão Vilela, arcebispo de Teresina entre os anos de 1955 e 1971 (RÊGO, 1991).

Assim, em maio de 1957 ocorre a fundação da SPC, tendo como uma de suas metas a formação de professores licenciados em território piauiense com a instalação de cursos de Ensino Superior no Piauí, ocorrido em junho do mesmo ano, com a criação da Faculdade Católica de Filosofia do Piauí (FAFI), ofertando os cursos de Letras Neolatinas, de Filosofia e de Geografia/História, e dando início oficialmente suas atividades em abril de 1958, tendo como alunos, estudantes egressos da Faculdade de Direito, fundada em 1931 e até então a única Instituição de Ensino Superior (IES) do Piauí, assim como professores que já atuavam em escolas do Piauí e parte do Maranhão (ARAÚJO, 2013; RÊGO, 1991).

Dessa forma, percebe-se que a FAFI, mesmo sem ter preocupação com a pesquisa, priorizando as funções de ensino e extensão, tendo um ensino de caráter reprodutivo e empregando uma metodologia expositiva, surge como um movimento de interiorização da formação de professores nas diversas licenciaturas específicas, propiciando a criação de uma

consciência universitária no Piauí e oportunizando o acesso de membros de classe social menor ao ensino superior, sobretudo professores e professoras do ensino primário e secundário (ARAÚJO, 2013; ARAUJO; MENDES SOBRINHO, 2019).

Em 11 de novembro de 1968, a Fundação Universidade Federal do Piauí (FUFPI) é instituída nos termos da Lei nº 5.528, e oficialmente instalada em 12 de março de 1971, com o objetivo de criar e manter a UFPI, tendo suas atividades acadêmicas geradas após a aglutinação da Faculdade de Direito (1931), da FAFI (1957), da Faculdade de Odontologia (1961), da Faculdade de Medicina do Piauí (1968) e da Faculdade de Administração (1969), sediada em Parnaíba (ARAUJO; MENDES SOBRINHO 2019; RIOS, 2009).

Assim, 176 anos após a fundação da primeira universidade do Brasil, atualmente denominada como Universidade Federal do Rio de Janeiro, o estado do Piauí fundava a sua primeira universidade e findava as queixas da sociedade piauiense, já que em até então, este era o único Estado da Federação que ainda não havia sido contemplado com uma Universidade (ARAÚJO, 2013).

O estatuto da recém criada UFPI, em seu Art. 19, informava que a mesma seria inicialmente integrada por 07 (sete) unidades de ensino, onde 03 (três) dessas unidades surgiram diretamente da, extinta, FAFI. Foram criados o Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e Letras, a Faculdade de Educação e o Instituto de Ciências Matemáticas e da Natureza, que inicialmente funcionou na sede do Colégio Sagrado Coração de Jesus, até hoje conhecido como Colégio das Irmãs, com os cursos de Física e Matemática, sendo posteriormente transferido o prédio da FAFI, ficando lá até o desmembramento da mesma quando ocorreu a inauguração do Campus Ministro Petrônio Portela sede da UFPI (ARAÚJO, 2013).

Como se percebe, a Física esteve diretamente ligada a criação da UFPI e este, por sua vez, tem sua criação ligada a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), órgão criado pela Lei 3.692/59 de 1959, idealizado no governo do Presidente Juscelino Kubitschek, tendo à frente o economista Celso Furtado, como parte do programa desenvolvimentista adotado para a região (RIOS, 2009).

Conforme relatam Frota e Costa (2005, p. 1), “[...] a SUDENE, foi fundamental para o desenvolvimento do ensino de Física no Piauí”, já que a mesma deveria encontrar soluções que gerasse a diminuição da desigualdade social verificada entre as regiões geoeconômicas do Brasil. Para tal, foram realizadas ações de grande impacto, a exemplo de projetos de irrigação, cultivo de plantas resistentes à seca, algo recorrente na região, dentre outras (RIOS, 2009).

Até meados da década de 1960, no Estado do Piauí, o ensino de Física era realizado por professores leigos e/ou por profissionais com outras habilitações devido à falta de professores devidamente habilitados. A SUDENE, com o objetivo de trazer mão de obra qualificada em Ciências Básica para o Estado, proporcionar desenvolvimento tecnológico para a região e mudar o retrato local, no qual predominava a cultura agropastoril extensiva, na década de 1970, trouxe professores formadores para o estado e assim dar início as turmas de Física (RIOS, 2009).

Inicialmente foram deslocados para o Piauí, professores para capacitar alunos com aulas de Física e Matemática, para que estes fizessem os vestibulares e os respectivos cursos nos estados onde os cursos eram ofertados, geralmente no Ceará e em Pernambuco. Foram enviados: Padre José Nogueira Machado (1914-1996) cearense que estudou filosofia em Braga, Portugal, Matemática e Física na *Sorbonne*, França, e se destacou resolvendo problemas matemáticos considerados insolúveis; Carlos Burlamaqui da Silva engenheiro piauiense, e Francisco Segundo Capelo Caamaño, oriundos da Universidade Federal do Ceará; para ministrarem disciplinas da Física, e professores de Pernambuco para trabalharem as disciplinas ligadas à área da matemática (ESPAÇO CIÊNCIA, 2018; RIOS, 2009).

Lamentavelmente, a estadia do Padre José Nogueira Machado em solos piauienses não foi longa, já que o mesmo retornou ao Ceará após o primeiro ano de curso. Dessa forma, para completar o corpo docente, a SUDENE envia os físicos Antonio Macedo de Santana e José Maria Rodrigues Araújo, nos anos de 1971 e 1972, respectivamente para reforçar a equipe que ficou desfalcada (RIOS, 2009).

Com a criação da Universidade Federal do Piauí, ocorreu a transferência dos cursos para o Campus Ministro Petrônio Portela, em 1973, o curso de licenciatura em Física e Matemática foram incorporados à UFPI, sendo criado o Departamento de Ciências da Natureza (DCN), em 1974. Uma parceria entre a FAFI e a SUDENE, com o Ato da Reitoria n. 198/74, possibilitou a autorização do funcionamento dos cursos de Física e Matemática, e através de uma reformar curricular foi implantado o Curso de Licenciatura Plena em Ciências com habilitações em Matemática e em Física da UFPI (RIOS, 2009).

A implantação do Curso de Licenciatura Plena em Ciências com habilitações em Física e Matemática, conforme a resolução 30/74 do Conselho Federal de Educação (CFE), permitiu a realização do primeiro Concurso Vestibular para Ciências, oferecendo habilitações em Física e Matemática, com um total de 20 vagas. O curso configurava-se em oferecer disciplinas comuns a todas as habilitações em um primeiro momento e em um segundo momento, o

estudante escolhia em qual área iria atuar e se especializar, assim cursaria as disciplinas específicas para aquela habilitação (RIOS, 2009).

O primeiro aluno formado do Curso de Licenciatura em Ciências com habilitação em Física da Universidade Federal do Piauí foi Francisco Luciano Viana, no ano de 1974, que juntamente com outros concludentes, viria a ser professor contratado do curso em questão. Em um segundo momento o DCN, foi dividido surgindo o Departamento de Físico-Química, que agregava os professores das áreas de Física e Química do antigo DCN. Somente em 1980, surgem os atuais Departamento de Física (DF) e o Departamento de Química (RIOS, 2009).

Em 1993 o Curso de Licenciatura Plena em Ciências, deixa de existir, por causa de uma reformulação curricular que criou o Curso de Graduação em Física, possuindo duas modalidades, a Licenciatura e Bacharelado. Em 1998, na UFPI, como em outras Instituições Federais de Ensino Superior do país, é criado o Curso de Licenciatura noturno para Física, assim como os de biologia, matemática e química (RIOS, 2009).

Por quase duas décadas a UFPI permaneceu como a única universidade do Estado, até que no ano de 1991, a então Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Educação do Estado do Piauí (FADEP), órgão estadual responsável por ofertar cursos superiores desde 1985, tendo como propósito a formação e qualificação do quadro de docentes para a Educação Básica do Piauí por meio do Decreto Federal nº 91.851, é denominada como Universidade Estadual do Piauí (UESPI), ao ter sua personalidade jurídica alterada e surgindo agora uma IES multicampi, possuindo campus na capital do estado e em cidades do interior (PIAÚÍ, 2012; NOGUEIRA; FERRO, 2013).

O curso de Física da UESPI iniciou suas atividades no ano 2000 quando a instituição passou por um processo de expansão durante o governo do Dr. Francisco de Assis Moraes Sousa, o Mão Santa, dando início à oferta do curso no Campus Torquato Neto, localizado na cidade de Teresina, oferecendo 60 vagas ao ano, 30 vagas para o curso matutino aos ingressantes no primeiro período e 30 vagas noturnas aos ingressantes do segundo período do ano (PIAÚÍ, 2012; NOGUEIRA; FERRO, 2013).

Atualmente, a UESPI também oferta o curso no Campus Prof. Antônio Giovani Sousa, sediado na cidade de Piripiri, localizada a 166 km da capital Teresina, havendo a disponibilização de 30 vagas por ano, tendo tido sua primeira oferta no ano de 2011. Os dois cursos da IES são presenciais, na modalidade Licenciatura (PIAÚÍ, 2012).

Em 29 de dezembro de 2008, a Lei nº. 11.892, determinou que os Centros Federais Tecnológicos, tornar-se-iam IES, agora como Instituto Federal de Educação Ciência e

Tecnologia ou apenas Instituto Federal do Piauí (IFPI), por estar sediado no estado do Piauí. O IFPI, assim como os demais IF, é uma instituição multicampi que oferece, além de outras modalidades, cursos de educação superior direcionados ao ensino de ciências da natureza, assim como outros cursos nas áreas de tecnologia, gestão e licenciatura (PIAÚÍ, 2016).

Ainda como Centro Federal de Educação Tecnológica do Piauí (CEFET), no ano de 2007, lança o edital de seu vestibular para a composição de suas primeiras turmas de licenciatura. Dentre as vagas oferecidas, 50 são para o curso de Física, tendo iniciado as aulas no primeiro semestre de 2008, no Campus Teresina Central (RIOS; RODRIGUES, 2017).

Com a interiorização dos Institutos Federais pelo país, o IFPI iniciou a oferta do curso de Física também em outros campus da IES, dessa forma, no ano de 2009, as cidades de Parnaíba, localizada na região norte e Picos, situada na região centro-sul, tiveram as primeiras turmas ofertadas para o vestibular, em um segundo momento, a cidade de Angical do Piauí, que está na região centro-sul, também iniciou a sua turma de Física, sendo que todas essas turmas são presenciais e na modalidade licenciatura (PIAÚÍ, 2016).

De acordo com Oliveira (2011, p. 27), no ano de 2005 tem-se início no Piauí, um consórcio entre governos das três esferas com a “UFPI, UESPI e IFPI culminou com a criação do Centro de Educação Aberta e a Distância – CEAD/UFPI, centro responsável pela disseminação da Educação a Distância (EAD) pelo estado.”

No Brasil, as bases legais para atuação na modalidade de EAD foram estabelecidas pela LDBEN, n.º 9.394, de 20-12-1996, em seu art. 80, sendo posteriormente regulamentado pelo Decreto n.º 5.622, publicado no Diário Oficial da União de 20-12-2005, sofrendo alterações posteriores, de forma que permitiu a existência de cursos superiores na modalidade EAD (RIOS; RODRIGUES, 2017).

Por tanto, até o ano de 2005, apenas cursos presenciais eram ofertados pelas IES, assim o primeiro curso de Física do Piauí a ser ofertado através da modalidade de EAD se deu mais uma vez através da UFPI, por meio do Projeto Universidade Aberta do Brasil (UAB). Oliveira (2011, p. 27), relata que “[...] o projeto foi criado no ano de 2005 pelo Ministério da Educação, com o objetivo de formar um Sistema Nacional Integrado de Educação Superior à Distância, o que culminaria com a ampliação e interiorização da Educação Superior no Brasil.”

A modalidade apresenta pontos que são de extrema importância para o avanço nos índices de educação do país, admitindo o acesso a cursos de Educação Superior a um número maior de estudantes concluintes da Educação Básica. A EAD possibilita a formação de

professores em áreas deficitárias, permitindo que estes profissionais supram as necessidades daquela região (RIOS; RODRIGUES, 2017).

O CEAD/UFPI, dentre as suas várias atribuições, atua na criação e formação dos cursos à capacitação logística e formação da estrutura física para desenvolvimento dos mesmos (OLIVEIRA, 2011), assim como a formação de professores em áreas nas quais há um déficit histórico na formação de profissionais, como em Física, Matemática e Química (RIOS; RODRIGUES, 2017).

Em 2007, ocorreu o primeiro vestibular para os cursos de licenciatura ofertados pelo CEAD; permitindo que o curso de Física tenha turmas em mais 03(três) cidades: Água Branca, Piracuruca e São João do Piauí. Posteriormente, no vestibular seguinte, a oferta é expandida para outras três cidades, sendo elas: Avelino Lopes, Campo Maior e Jaicós (RIOS; RODRIGUES, 2017).

Dois polos foram descredenciados pelo MEC, sendo eles o de Avelino Lopes e de Campo Maior, não sendo mais permitido a oferta do curso de Física, por não atenderem os critérios estabelecidos pelo órgão, onde o primeiro polo, por não possuir a estrutura mínima exigida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) para que o polo seja mantido ativo e o segundo por não possuir os equipamentos para um laboratório de Física (RIOS; RODRIGUES, 2017).

Em 2019, o IFPI, por meio de uma Seleção Simplificada de Estudantes lançada através do Edital nº 04/2019, ofertou 175 vagas para o curso de licenciatura em Física através da modalidade EAD em alguns de seus campus distribuídos pelo interior do estado. O curso de Física é ofertado nos Polos de Apoio Presencial das seguintes cidades: Buriti dos Lopes, Campo Maior, Castelo do Piauí, Floriano, Monsenhor Gil e Valença (PIAÚÍ, 2019).

No final do ano de 2007, o Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão - CEPEX da UFPI, através da resolução Nº 88/2007 e após da recomendação do MEC/CAPES tem-se início o Programa de Mestrado em Física da UFPI, o primeiro mestrado acadêmico da área no Piauí, que realizou sua primeira seleção de candidatos no primeiro semestre letivo de 2008.

Em 2014, é realizada a seleção para primeira turma do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) na UFPI, sendo essa uma ação da SBF com IES de todo o País. O mestrado em questão, conforme seu regimento, tem como objetivo melhorar a qualificação profissional de professores de Física em exercício na Educação Básica visando tanto ao desempenho do professor no exercício de sua profissão como ao desenvolvimento de técnicas e produtos para a aprendizagem de Física.

Dez anos após a primeira seleção para a turma do mestrado acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Física, passando por ciclos de avaliação, o mesmo alcançou a nota 04 (quatro) junto a CAPES, conseguindo assim a autorização para iniciar as atividades do Doutorado em Física da UFPI. Dessa forma, no ano de 2019 é realizada a seleção para a primeira turma do curso em questão.

Após apresentar um relato sobre o ensino de Física tanto a nível nacional, como a nível local, passamos a discutir sobre as possibilidades e perspectivas metodológicas para o ensino de Física.

2.2 Possibilidades e perspectivas metodológicas para o Ensino de Física

Historicamente, o Renascimento e a Idade Moderna ficaram marcados por uma revolução científica que estava ligada ao heliocentrismo, modelo desenvolvido por Nicolau Copérnico (1473-1543), assim como as ações em prol de uma nova ciência realizada por Galileu Galilei (1564-1642) e, posteriormente, por Isaac Newton (1643-1727), que culminaram com o abandono da ciência aristotélica, que perdurou sobre a humanidade desde a Antiguidade até a Idade Média, permitindo uma ruptura metodológica desencadeada pelo projeto epistemológico de René Descartes (1596-1650) e Francis Bacon (1561-1626) no século XVII (ARANHA, 2006).

Na Educação, o pensamento newtoniano-cartesiano também deixou suas marcas percebidas até os dias atuais,

A visão fragmentada levou os professores e os alunos a processos que se restringem à reprodução do conhecimento. As metodologias utilizadas pelos docentes têm estado assentadas na reprodução, cópia e na imitação. A ênfase do processo pedagógico recai no produto, no resultado, na memorização do conteúdo, restringindo-se em cumprir tarefas repetitivas que, muitas vezes, não apresentam sentido ou significado para quem as realiza. Os alunos permanecem organizados nas carteiras, divididos por filas, de preferência em silêncio, sem questionar, sem expressar seu pensamento, aceitando com passividade o autoritarismo e a impossibilidade de divergir. Na comunidade acadêmica, especialmente no início do século, tanto os professores como os alunos aceitavam todas as coisas da escola como verdades absolutas e inquestionáveis. (BEHRENS, 2010, p. 23)

O pensamento newtoniano-cartesiano teve presença marcante por pelo menos 300 anos na cultura ocidental e apesar de fragmentar o conhecimento e isolar o homem em suas emoções,

colaborou para modificar o modo de pensar das pessoas, auxiliou com o avanço de muitas áreas técnicas, de estudos científicos e de pesquisas, também contribuiu para a crescente desigualdade social pelo qual a sociedade moderna vem passando. Para Prigogine e Moraes (*apud* BEHRENS, 2010, p. 29) “o pensamento newtoniano-cartesiano começa a perder força a partir de estudos da ciência que passaram a propor um sistema de evolução”.

Dessa forma, “o século XX ficou marcado pela ênfase na ciência e na tecnologia, que transformou rapidamente os usos e costumes” (ARANHA, 2006, p. 357-358). Quatro dos cientistas que colaboraram para a ruptura do paradigma, são nomes de expressão que revolucionaram a Física e mudaram os rumos da humanidade, sendo eles: Albert Einstein (1879-1955), que propôs à teoria da relatividade; Max Planck (1858-1947), com a teoria da Física Quântica; além de Niels Bohr (1885-1962) e; Werner Karl Heisenberg (1901-1976) por desenvolverem trabalhos sobre a estrutura atômica e mecânica quântica.

Suas descobertas provocando o surgimento daquela que atualmente é denominada como Física Moderna, intitulada assim por ter justamente fenômenos que não são regidos pelas leis formuladas por Isaac Newton, e estes que ainda possuem influência da obra de Isaac Newton passaram a ser conhecidos como Física Clássica ou Física Newtoniana.

De uma maneira geral, na segunda metade do século XX, devido as transformações na política e na economia ocorridos a nível mundial, surge o entendimento que os objetivos da educação não são mais os mesmos, tendo em vista o reconhecimento que a Ciência e Tecnologia adquiriram devido a conscientização que o avanço no estudo dessas áreas influenciam o desenvolvimento de uma nação nos seus mais diversos setores (KRASILCHIK, 2000).

Nesse mesmo século, ocorre a compreensão que um posicionamento autoritário de um professor, perante seus alunos, pode ser algo traumatizante e costumeiramente prejudicial para ambos. Entende-se que a melhor alternativa para proporcionar um aprendizado eficiente do estudante, esteja relacionado a utilização de mecanismos e/ou estratégias empregadas pelo docente, que possibilitem aos discentes, construir o seu próprio conhecimento, sendo o professor, agora, uma ponte, um mediador do conhecimento, deixando de ser apenas um orientador do aprendizado. Com isso, há o entendimento que, conforme mencionado anteriormente, o ensino tradicional fica aquém das habilidades e competências exigidas pela sociedade, surgindo a necessidade por novas propostas para o ensino e aprendizagem para os estudantes, seja ele jovem ou adulto (KRASILCHIK, 2000; ARANHA, 2006).

O momento exige invenção, por tanto, é necessário ter ousadia na imaginação para criar o novo ou ter coragem para usar algo que ainda não utilizou. O professor precisa ter um vasto

domínio de conteúdo para que possa mediar as informações a seus alunos, assim, o docente necessita ter mais algumas habilidades adequadas para alcançar o sucesso (BORGES; REALI, 2012). O professor deve estar aberto ao conhecimento, estando preparado para aprofundar os conhecimentos que já possui e estar apto a obter outros novos para somar com os que já tem (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011).

Podem ser considerados a existência de três tipos de reflexão:

(1) reflexão técnica preocupada com a eficiência e a eficácia dos meios para atingir determinados fins e com a teoria como meio para previsão e controle dos eventos; (2) reflexão, visando ao exame aberto dos objetivos e suposições e o conhecimento que facilita o entendimento dos problemas da ação; (3) reflexão crítica relacionada às duas ênfases anteriores, porém valorizando critérios morais e as análises de ações pessoais em contextos histórico-sociais mais amplos (VAN MANEN apud LIBERARI, 2010, p. 27).

A reflexão crítica se apresenta como aquela que permite um professor, formar cidadãos ativos com as habilidades e competências exigidas, cientes de sua posição na sociedade, críticos não só dela como também da sua comunidade que o cerca. Estes não serão meros espectadores do que acontece a sua volta, através do desenvolvimento e aplicação de formas de trabalho transformadoras que envolvam a contestação, o debate e a crítica, permitirão ao estudante superar qualquer tipo de opressão que o rodeia (LIBERARI, 2010).

Para Zeichner (1993, p.16), “os professores são profissionais que devem desempenhar um papel ativo na formulação tanto dos propósitos e objetivos do seu trabalho, como dos meios para atingi-los.” Quando um professor aceita automaticamente o ponto de vista de outros, o docente não é reflexivo (ZEICHNER, 1993).

As atitudes necessárias para uma ação reflexiva, são três:

A primeira, abertura de espírito, refere-se ao desejo ativo de se ouvir mais do que uma única opinião, de se atender a possíveis alternativas e de se admitir a possibilidade de erro, mesmo naquilo em que se acredita com mais força. [...] A segunda atitude, de responsabilidade, implica a ponderação cuidadosa das consequências de uma determinada ação. [...] A terceira atitude necessária à reflexão é a sinceridade (DEWEY apud ZEICHNER, 1993, p. 18 e 19).

Assim, um professor deve ter abertura de espírito, responsabilidade e sinceridade como partes integrantes de sua vida docente, para que seja considerada reflexiva. O despertar para a importância da educação e a existência de um profissional que seja criativo, centrado, consciencioso de seu papel na sociedade, que procure manter uma atualização constante de seus

conhecimentos na sua área de trabalho e que atue de forma exemplar na formação de cidadãos reflexivos e atuantes (BEHRENS, 2010), são condições recorrentes ao século XX.

Nas últimas décadas, é verificado a necessidade dos professores de incorporar novas estratégias a sua prática docente, com o objetivo, dentre outros, promover a capacidade de leitura crítica do que está a sua volta, de forma que o ensino de Física permita que o estudante construa uma visão orientada a ser um cidadão atual, ativo, com a capacidade de se envolver e interagir da realidade que está a sua volta (ARANHA, 2006, BRASIL, 2002). Assim, será apresentado algumas estratégias que são utilizadas atualmente por professores para mediar a aprendizagem e se apresentam como possibilidades ao ensino de Física.

O ensino por investigação não é uma estratégia de ensino nova, mas se apresenta como atual, por ser uma abordagem que incentiva, o estudante a desenvolver, habilidade relacionadas ao “[...] o questionamento, o planejamento, a recolha de evidências, as explicações com bases nas evidências e a comunicação. Usa processos da investigação científica e conhecimentos científicos, podendo ajudar os alunos a aprender a fazer ciência e sobre ciência” (BAPTISTA, 2010, p. 79)

A autora afirma, ainda, que o conceito de ensino por investigação pode ser definido diferentemente, conforme seu autor, sendo proposto como uma atividade científica para uns, como processo científico para outros, ou ainda ser relacionada a resolução de problemas, existindo aqueles autores que acabam por sintetizar vários aspectos. De uma maneira geral, ao se tratar de ensino por investigação, termos como, descoberta e resolução de problemas são mais utilizados devido à variedade de sinônimos (BAPTISTA, 2010).

Conforme Souza e Dourado (2015), a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é uma estratégia de ensino que vem ganhando destaque nos últimos anos, tanto na educação básica, como na superior, nas mais diversas áreas de ensino. A ABP, como o próprio termo sugere, utiliza-se de problemas como gatilho para a mediação e internalização de novos conhecimentos, estimulando o desenvolvimento do estudante nas habilidades de resolução de problemas.

A ABP desafia os alunos a ir ao encontro do conhecimento através dos questionamentos e investigações para chegar as soluções de problemas identificados, destacando que há um entendimento sobre as características básicas que são desenvolver habilidades e competências, favorecendo a aplicação de seus princípios em outras situações da vida acadêmica do estudante (SOUZA; DOURADO, 2015).

Ataide e Silva (2011) afirmam que a literatura especializada discute ainda uma outra possibilidade para o ensino ciências, e por tanto para o ensino de Física, que é a utilização da História e a Filosofia da Ciência (HFC), que permite uma análise da percepção da ciência como atividade humana, a falibilidade dos cientistas e o mito do gênio da ciência.

Os autores em tela entendem a HFC como um bom recurso contra a recorrente desmotivação apresentada pelos estudantes em relação ao ensino de ciências, atendem as orientações indicadas pelos PCN, possibilita realizar uma maior interdisciplinaridade entre, no caso, a Física e outras disciplinas, a exemplo de história, filosofia, artes e até mesmo religião, fugindo das tão controversas aulas tradicionais onde é utilizada uma exposição exacerbada de conteúdos por parte do professor, para a utilização de outras práticas de ensino, como a produção de textos históricos, a realização de peças teatrais, debates, júri simulado, por exemplo (ATAIDE; SILVA, 2011).

O que Ataide e Silva (2011), assim como os outros autores mencionados, ao tratar de estratégias que se apresentam como possibilidades ao ensino de Física, vai ao encontro com o que Krasilchik (2000) relata ao tratar de professores que tenham “[...] por ambição alcançar melhores resultados em sala de aula” (SILVA, 2012, p.07), pois estes devem incluir nas suas aulas temas, ou estratégias, que possibilitem seus alunos a construir a consciência de suas responsabilidades como cidadãos e assim participar de forma ativa e com coesão das decisões que estão diretamente ligadas a sua comunidade ou que tenham uma abrangência de maior amplitude (KRASILCHIK, 2000).

Aranha (2006) corrobora com as ideias apresentadas por Krasilchik (2000), Ataide e Silva (2011), ao afirmar que o professor é um transmissor de valores culturais e que independente da disciplina de atuação a formação de cidadãos ativos e conscientes de sua função na sociedade, está entre seus os seus objetivos como docente.

Com esse pensamento que o professor deve buscar os melhores resultados em sala de aula, devendo utilizar estratégias diferenciadas, assim auxiliar na formação de cidadãos mais preparados. Surge ainda um outro entrave para a carreira docente: conhecer, de uma forma geral, quem são seus estudantes e por tanto, como eles se comportam, para assim definir o melhor mecanismos a ser utilizado durante as suas aulas.

Ao tratar das perspectivas para a o ensino de Física no ensino médio, Moreira (2000) entende que as competências e habilidades apresentadas no, então, recém lançado, PCN, eram apropriadas para o desenvolvimento da área. O mesmo, faz destaque para algumas áreas da parte III do documento, que trata da Representação e Comunicação, da Investigação e

Compreensão e Contextualização Sociocultural, que propõem “[...] ensinar Física como construção, modelagem de significados. Física para cidadania. Física significativa” (MOREIRA, 2000, p. 98).

De acordo com Toledo, Albuquerque e Magalhães (2012), observa-se a necessidade do professor se adequar a seus alunos, tendo em vista a velocidade com que o comportamento dos mesmos está sofrendo mudanças, partindo da ideia que um professor pode atuar com várias gerações de estudantes durante a sua carreira docente, já que existem várias delas, sendo denominadas de gerações “Y”, “Z” e “Alpha”, que são caracterizadas logo mais.

Essas gerações, citadas anteriormente, são posteriores à geração X, formada por pessoas que nasceram entre os anos de 1960 e 1980, e é composta por filhos da geração dos *Baby Boomers*, que tem essa definição, por serem sido crianças nascidas durante uma explosão populacional a após a Segunda Guerra Mundial com o retorno dos soldados para suas famílias. Observa-se que boa parte dos professores que atuam nas escolas fazem parte da Geração X. Segue caracterização das gerações dos estudantes contemporâneos:

- GERAÇÃO Y: Também conhecida como Geração *Next* ou *Millennial*, nascidos entre os anos de 1980 e 2000, período em que se observa a globalização, o surgimento de facilidades, como o computador, internet e e-mail, dentre outros. No Brasil, acompanham o desenvolvimento da democracia, pós Ditadura Militar, o surgimento do Plano Real e assim uma economia aberta. Atualmente, essa geração está no mercado de trabalho e nos centros acadêmico e acompanharam o surgimento de Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (NTIC), a exemplo do celular, *tablet* e o *smartphone*, de forma que necessitam de informação rápida e fácil (TOLEDO; ALBUQUERQUE; MAGALHÃES, 2012; FARIAS; CARVALHO, 2016; JORDÃO, 2016);
- GERAÇÃO Z: Filhos da Geração Y, nasceram entre 1990 e 2010 e também são conhecidas como *iGeneration*, *Plurais* ou *Centennials*. Eles têm o hábito de “zapear” (mudar e/ou passar rápido) por canais de televisão, internet, vídeo game e telefone, sendo esse o motivo de tal denominação. A internet é a sua principal fonte de informação e entretenimento, tendo como referência para a tomada de suas decisões os influenciadores digitais, sendo que estes são indivíduos que emitem suas opiniões através das redes sociais (*YouTube*, *Instagram*, *Facebook*, dentre outros) e assim conseguem influenciar seus (milhões de) seguidores nas mais diversas maneiras. Essa geração domina o uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

(TDIC). Na escola, essa geração está cursando a Educação Básica, e por ser extremamente ligada ao mundo virtual apresentam um maior desinteresse com o que a escola lhes apresenta, tendo uma maior resistência ao que é ofertado pelos professores, pois a escola não possui estímulo para atraí-los e por ter um conhecimento tecnológico, tanto a nível de *hardware*, como de *software*, maior que seus docentes (TOLEDO; ALBUQUERQUE; MAGALHÃES, 2012; JORDÃO, 2016);

- GERAÇÃO ALPHA: Nascidos a partir do ano de 2010, podem ter como pais, pessoas da Geração X ou da Geração Y, nasceram em um modo conectado por redes digitais, sendo essa a sua principal característica destacada até o momento, já que os mais velhos ainda são crianças que estão no Ensino Infantil menor, mas que mesmo antes de realizar seus primeiros passos, já tinha um contato com *notebooks*, *smartphones* ou *tablets* (TOLEDO; ALBUQUERQUE; MAGALHÃES, 2012; JORDÃO, 2016).

Assim, compreende-se que a ordem é inovar, tanto por parte da escola ao possibilitar a utilização de ferramentas didáticas atuais, a exemplo dos livros didáticos “modernizados”, que não ficam trabalhando apenas com conteúdo seguido da aplicação de exercícios em cada capítulo, mas que apresentam atividades experimentais, relaciona os temas abordados com o cotidiano do estudante e aplicações tecnológicas (SOUZA, 2016).

O professor deve fugir do tradicional e buscar metodologias ou estratégias com uma abordagem que trate de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), através de simulações computacionais, salas on-line para interação através de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) ou de aplicativos de interação que envolvam alguma NTIC ou TDIC, a exemplos de *smartphone*, *tablet*, aplicativos, dentre outros recursos, permitindo assim um ensino de Física interdisciplinar, que mostra a relação da disciplina com as tecnologias que cercam a vida dos alunos, além de possibilitar o desenvolvimento do senso crítico e investigativo dos alunos (SOUZA, 2016).

Em pleno século XXI, a busca por novas metodologias de ensino deve ser privilegiada (ARANHA, 2006). Os nuances das gerações aqui comentadas não trazem complexidade a atividade docente e nem devem ser vista como um obstáculo à eficácia em qualquer sistema de ensino, assim como um gerador de desânimo, mas sim um convite para sair da inércia de um ensino que reflete tradicionalismo tão debatido e combatido, além de fugir de atuações monótonas em sala de aula que não trazem novas perspectivas, e, assim aproveitar a leva de

possibilidades ao incentivar a criatividade potencial que todo docente traz consigo buscando a inovação (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011).

3 DO CONCEITO DE MEDIAÇÃO À GAMIFICAÇÃO COMO POSSIBILIDADE DE MEDIAR A APRENDIZAGEM DA ONDULATÓRIA: UMA LEITURA VIGOSTKIANA

Sempre achei que só se pode melhorar a qualidade de vida de uma nação formando cidadãos pensantes. Isso significa educação primária, essencialmente, que só pode ser feita com bons professores secundários. Para ter boa educação secundária, precisamos de bons professores universitários. E para isso necessitamos de pesquisa. A sensação que tínhamos era que o Brasil poderia dar um bom pulo se houvesse gente bem treinada e capacitada.

(CESAR LATTES, 1995).

Cesar Lattes (1924–2005), um dos maiores físicos do Brasil, relata sua preocupação com o crescimento do país, tendo uma educação de qualidade como base estruturante e gatilho para dar início a esse processo, principalmente através das ciências naturais. Moreira (2014, p. 2) relata que, “o ensino da Física na educação contemporânea é desatualizado em termos de conteúdos e tecnologias [...]” O mesmo autor argumenta que o ensino deve ser “centrado no aluno e no desenvolvimento de competências científicas como modelagem, argumentação, comunicação, validação [...]” de forma que sejam trabalhados conteúdos clássicos e contemporâneos com a utilização de NTIC, tendo o professor e o computador como mediadores.

Nessa mesma perspectiva, encontram-se nas DCN (BRASIL, 2013) e nos PCN (BRASIL, 1999) que, o desenvolvimento de competências e habilidades, em toda e qualquer área de conhecimento que conste na Base Nacional Comum do currículo da Educação Básica, deve proporcionar ao estudante o entendimento de que as NTIC, quando se apresentam como mediadoras há qualquer campo de conhecimento, permitirão uma melhor compreensão do meio onde o estudante está inserido, pois esses internalizam os conhecimentos adquiridos durante a Educação Básica. Oliveira (2010) relata que a mediação pode ser verificada de várias maneiras, por vários símbolos, de forma que ela se apresenta como intermédio entre os sujeitos, aqui os

estudantes, e o mundo no qual estão inseridos, conforme será discutido com maior amplitude logo mais nessa seção.

3.1 Discutindo o conceito de mediação em Vigotski

Lev Semenovich Vigotski⁴ (1896-1934), bielo-russo, conhecido mundialmente por seus estudos realizados nas áreas da psicologia, pedagogia, filosofia, literatura, deficiência física e mental e, a “pedologia”, ciência da criança que integra os aspectos biológicos, psicológicos e antropológicos, dedicando-se principalmente as funções psicológicas superiores ou processos mentais superiores. Mesmo com seu pouco tempo de vida, conseguiu produzir, aproximadamente, 200 trabalhos científicos, de qualidade inquestionável, tidos como textos carregados, com ideias que mesclavam filosofia, literatura, dentre outras áreas (OLIVEIRA, 2010).

Mesmo nos anos finais de sua vida, debilitado devido a convivência por mais de 10 anos com a tuberculose, Vigotski continuou com a sua produção textual, mas devido a sua enfermidade seus trabalhos passaram a ser produzidos oralmente, através de ditados ou por anotações de suas aulas ou de conferências que participava (OLIVEIRA, 2010).

Alguns de seus trabalhos tiveram a participação de colaboradores, a exemplo de, Alexander Romanovich Luria (1902-1977) e Alexei Nikolaievich Leontiev (1904-1979), seus alunos e principais pupilos, que dedicaram suas vidas a dar continuidade aos estudos de Vigotski, gerando novas teorias e projetos de pesquisa. Os três, jovens intelectuais que buscavam criar uma nova sociedade, procuravam conectar a produção científica com o regime social pela qual a Rússia estava a embarcar, após o período pós-revolução comunista, através do Escola de Psicologia da União Soviética (CARVALHO; MATOS, 2015; OLIVEIRA, 2010).

No início do século XX haviam duas fortes tendências na psicologia: a psicologia como ciência natural, que compreendia o homem como um corpo, para poder explicar processos elementares sensoriais e reflexivos, que procura aproximar seus métodos de outras ciências, utilizando conhecimentos físicos, químicos, assim como de outras áreas, para quantificar fenômenos observados, relacionado com a psicologia experimental e; a psicologia como ciência mental, que considera o homem como mente, consciência, espírito, ao descrever as

⁴ Neste estudo será adotada a grafia Vigotski. No entanto, por conta das traduções do russo para o espanhol, do russo para o inglês e para outros idiomas, encontram-se grafados na literatura: Vygotsky, Vygotskij e Vygotski e outros.

propriedades dos processos psicológicos superiores, de forma a aproximar a psicologia da filosofia e das ciências humanas (OLIVEIRA, 2010).

É possível perceber que as duas tendências vão ao encontro, haja vista que a psicologia experimental não se aprofundava nas funções psicológicas mais complexas do homem, enquanto a psicologia da ciência mental, não se atentava a descrever aqueles processos de forma aceitável para a ciência. Dessa forma, ao estudar essas duas tendências da psicologia, Vigotski tentou sintetizar as duas visões em uma nova abordagem para a psicologia, contradizendo àquelas que postulam que a apropriação dos conceitos se dá do individual para o social. Em outras palavras,

As funções psicológicas têm um suporte biológico, pois são produtos da atividade cerebral; o funcionamento psicológico fundamenta-se nas bases sociais entre o indivíduo e o mundo exterior, as quais se desenvolvem num processo histórico; a relação homem/mundo é uma relação mediada por sistemas simbólicos (OLIVEIRA, 2010, p. 24).

Assim, um dos conceitos tratados por Vigotski é a **mediação** que, segundo Oliveira (2010, p. 28), "[...] em termos genéricos, é o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação", de forma que a relação existente deixa de ser direta para ser mediada por esse elemento em questão, que pode ser um computador ou qualquer outro componente que se encaixe como NTIC ou TDIC. No caso desta de estudo serão as NTIC representados pelo computador e o *Scratch*.

De acordo com Bernardes (2012, p. 32), “no processo de apropriação da cultura, decorrente das atividades humanas em geral, a mediação é identificada como categoria fundamental para a compreensão do desenvolvimento humano.” Carvalho e Matos (2015, p. 190) corroboram com essa ideia ao complementar que a mediação se caracteriza como um “processo de intervenção de um elemento intermediário em uma relação que deixa de ser direta e passa a ser mediada por um elemento interposto”. Tal elemento interposto permite a ampliação das possibilidades que possam vir a surgir entre o estudante e a área de conhecimento, que neste caso desta pesquisa se trata da Ondulatória.

Com isso, se tem a visão que o estudo de Vigotski trabalha com a perspectiva de que a relação do homem com o mundo não é uma relação direta e, sim, **mediada** (OLIVEIRA, 2010; CARVALHO; MATOS, 2015). As autoras afirmam, ainda, que tais elementos mediadores introduzem um elo a mais nas relações organismo/meio, o que as tornam mais complexas, já

que para Vigotski, o homem não atua diretamente com o mundo e, sim, necessariamente, a fim de que ocorra o seu desenvolvimento, com uma relação mediada.

Feitas as reflexões, entende-se que mediação no processo ensino e aprendizagem da Física ou de quaisquer outras áreas, é fundamental, ou seja, um “processo essencial para tornar possível, atividades psicológicas voluntárias, intencionais, controladas pelo próprio indivíduo” (OLIVEIRA, 2010, p. 35).

Sobre essa discussão, podem ser utilizados como mediadores, conforme Vigotski apresentou, **instrumentos** ou **signos**, onde instrumentos “[...] são ferramentas, como o machado, o lápis, entre outros que servem para modificar os objetos, e, com isso, ampliar as possibilidades de transformação do mundo e levar o homem a atingir seus objetivos.” Por sua vez, os signos são mecanismos que quando utilizados se apresentam como marca ou sinal e “[...] têm como função ajudar a solucionar um determinado problema psicológico, como lembrar, comparar coisas, relatar, entre outras, e, portanto, para ferramentas psicológicas que provocam transformações nas pessoas” (CARVALHO; MATOS, 2015, p. 190).

Vigotski (2007), ao estudar as origens sociais da memória indireta (mediada), descreve que povos iletrados, a exemplo dos incas que usavam nós, os *quipus*, para registrar informações sobre quantidades e outros fatos da vida cotidiana, possuem uma memória que domina o seu comportamento natural, que chamou de memória natural e considera que apesar de estarem em estágio tido como primitivo em relação ao desenvolvimento do ser humano, tiveram uma evolução organizacional, cultural e comportamental, o que ressalta que esses povos ultrapassaram seus limites em relação as funções psicológicas impostas pela natureza (OLIVEIRA, 2010).

Essas ações, para os incas a utilização de nós, mudam conforme o comportamento do povo iletrado estudado, provocam uma mudança estrutura psicológica do processo no qual a memória é formada, possibilitando agregação de estímulos artificiais, denominados de signos (VIGOSTSKI, 2007). No sentido de melhor aclarar o que é um signo, e complementar o que já foi dito, entende-se que “[...] é uma marca externa, que auxilia o homem em tarefas que exigem memória ou atenção.” (OLIVEIRA, 2010, p. 32).

No século XVII, Sir Isaac Newton, publica uma das mais importantes obras científicas, os “Princípios Matemáticos da Filosofia Natural” (*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*), também conhecida como *Principia*, onde são apresentadas suas conhecidas leis/princípios, que tratam sobre o estudo das forças quando aplicadas sobre um corpo. O Princípio da Ação e Reação, relata que “toda ação corresponde uma reação igual e contrária, ou

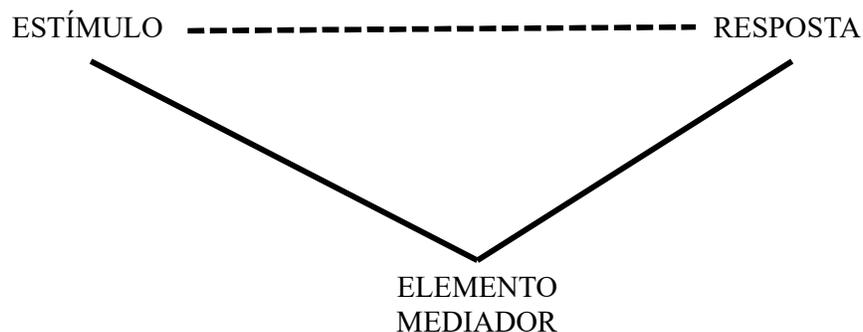
seja, as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas em sentidos opostos" (NUSSENZVEIG, 2002, p. 76).

Três séculos depois, é apresentado um pensamento semelhante ao de Newton, agora voltada para a mudança de comportamento das pessoas, quando ocorre a criação e o uso de estímulos. Essa alteração comportamental é uma reação direta de uma situação-problema, onde é apresentado um estímulo ao indivíduo e obtido uma resposta do mesmo, sendo representada pela fórmula "S → R" (VIGOTSKI, 2007).

Sabe-se que as leis propostas por Newton podem ser utilizadas para o estudo de um objeto e que a resposta (reação) ao estímulo (ação) é, dentre outras características, contrária, enquanto o estímulo e resposta tratado por Vigotski são dirigidos a um indivíduo e pode ter uma resposta positiva ou negativa.

A utilização de signos, já comentados anteriormente, proporciona uma alteração na relação estímulo-resposta, já que o signo pode ser tornar um elo intermediário, sendo denominado de estímulo secundário ou de segunda ordem, atuando sobre o indivíduo e não sobre o ambiente. De forma que, conforme a Figura 01, o processo anteriormente tido como simples, agora é complexo, devido ao acréscimo do elemento mediador, mas que promove a mediação por meios indiretos. Assim, aquela memória que foi criada através da mediação de algum signo, se torna mais concreta do que aquela na qual não mediada (VIGOTSKI, 2007).

Figura 1 – O processo estímulo-resposta mediado.



Fonte: Vigotski (2007).

Para Vigotski (2007), nesse novo processo estímulo-resposta mediado, o elemento mediador intermedia a compreensão do que está sendo trabalhado, mas não é um método que aumente a eficiência da operação preexistente, como também não é adicionado no processo S → R, tendo em vista que sua função é de auxílio, uma ação de reserva, atuando qualitativamente

para que os discentes controle seu próprio comportamento. Percebe-se que os signos conduzem os seres humanos a “uma estrutura específica de comportamento que se destaca do desenvolvimento biológico e cria novas formas de processos psicológicos enraizados na cultura’ (VIGOTSKI, 2007, p. 34).

Carvalho e Matos, (2015) compreendem que a utilização de marcas externas, os signos, gera um processo interno de mediação, mecanismo esse denominado por Vigotski de processo de **internalização**. Essa ação é, portanto, “consequência da mediação simbólica e é entendido como o próprio processo de desenvolvimento cultural” (CARVALHO; MATOS, 2015, p. 195).

Com isso, é possível entender que a internalização é desenvolvida por uma atividade externa que, simultaneamente, reconstrói-se internamente no indivíduo. Então, o processo de internalização é tanto a apropriação gradual, pelos indivíduos, dos instrumentos socialmente produzidos, quanto uma apropriação progressiva das operações psicológicas constituídas na vida social (CARVALHO; MATOS, 2015).

Em se tratando da função social da escola, tais pensamentos são de extrema importância, pois a escola e, em especial os educadores, devem compreender os estudantes como indivíduos potencialmente capazes de aprender e de se desenvolver à medida que interagem com os diversos artefatos culturais (signos e instrumentos), com os outros indivíduos e consigo mesmo.

Para Carvalho e Matos (2015, p. 196), “em situações de interação social, o indivíduo também sabe argumentar, empregando até mesmo os diferentes significados e sentidos dessa palavra então ocorrer internalização.” As autoras completam afirmando que, para o processo de internalização ocorrer no contexto histórico, deverão ser levadas em conta suas experiências acumuladas individualmente na dinâmica do convívio cultural, bem como na capacidade que o indivíduo possui de refletir e mudar o contexto em que atua para atender às suas necessidades.

Dessa forma, há o entendimento que para o aprendizado possa existir, assim como o desenvolvimento do indivíduo, é necessário que ocorra a internalização, tendo como base uma educação escolar que forneça suporte a compreensão dos conhecimentos científicos, levando a uma internalização dos sistemas que representam à realidade, a exemplo da fala, a escrita e o sistema numérico, além dos comportamentos sociais e do significado social conferido aos fenômenos da realidade (CARVALHO; MATOS, 2015).

Em conformidade com a perspectiva teórico-metodológica de Vigotski aqui apresentada, a partir das próximas subseções, são apresentados instrumentos que objetivaram permitir a internalização dos conceitos de Física, com destaque na Ondulatória, por partes dos estudantes da 2ª série do Ensino Médio.

3.2 Apresentando a *gamificação*

Os jogos têm presença constante em qualquer escola, tanto por sua atração natural, quanto pela ludicidade que é inerente a eles. Para Huizinga (2000, p. 9), “o jogo é uma função da vida, mas não é passível de definição exata em termos lógicos, biológicos ou estéticos.” Deve-se entender que jogar e brincar não são sinônimos. Existem vários tipos de jogos, como o jogo de cunho educativo, que se propõe a facilitar a compreensão de algum tema (RAMOS; MARQUES, 2017).

A partir do início do século XXI, foi observado, sejam nos estudos que vêm sendo desenvolvidos sobre o ensino e aprendizagem de conceitos científicos na Educação Básica, mudanças causadas pelas NTIC, as quais têm influenciado na prática pedagógica do professor, ou melhor, na cultura e na sociedade. A junção das NTIC com os jogos permitiu o surgimento dos jogos digitais, que estão cada vez mais presentes na vida das pessoas, seja criança, jovem ou adulto, através de Puzzle, jogos de estratégia, jogos de ação ou jogos de aventura (RAMOS; MARQUES, 2017). Nesse cenário, a cultura digital passa a ser um dos principais mecanismos de produção e de apropriação de conceitos pela humanidade. E, dessa forma, emerge a estratégia de ensino e de aprendizagem: a "*gamificação*".

Antes de aprofundar sobre o assunto, é importante apresentar a origem do termo ponto chave dessa seção. Nick Pelling, um programador de videogames, no ano de 2004, promove a primeira aparição do termo em um documento, quando aplica os seus conhecimentos em uma consultoria para empresas de outras áreas (SILVA, 2014). Conforme apresenta Bittencourt, Grassi e Valente (2018), a palavra *gamification* obteve uma popularização após Jesse Schell⁵ realizar uma conferência na DICE (*Design Innovate Communicate Entertain*) em fevereiro de 2010. Apesar de ainda não estar presente em dicionários da língua portuguesa, a exemplo do Dicionário Aurélio (Digital), e por isso sempre aparece grifado, o termo foi aportuguesado, sendo usado em várias publicações como *gamificação*, tido como o ato de tornar jogo.

Alguns autores ainda usam outros termos como *gameficação* (FARDO, 2013) remetendo a ideia de videogames, enquanto Mastrocola (2012) acredita que o termo mais

⁵ Jesse N. Schell é um designer de videogame americano, autor, CEO da Schell Games e um ilustre professor de Prática de Tecnologia de Entretenimento no Centro de Tecnologia de Entretenimento da Universidade Carnegie Mellon e do programa de mestrado conjunto entre a Faculdade de Belas Artes e a Escola de Ciência da Computação em Pittsburgh, Pensilvânia.

condizente no português seria *ludificação*, que é refutado por abranger uma maior quantidade de atividades. Nesse estudo, como já demonstrado, o termo será adotado como *gamificação*.

Assim, é possível compreender, inicialmente, que *gamificação é uma "[...] estratégia didática onde se utiliza elementos de games em contextos que não são de games no intuito de promover a motivação dos discentes"* (DURÃO; BLEY; ARAÚJO, 2015, p. 2) em uma área de conhecimento. Para Andreetti, Egido e Santos (2017, p. 1), a *gamificação*, ou *gamificar*, é a ação de utilizar “mecanismos e sistemáticas de jogos para realização de uma determinada atividade na qual não se tenha como objetivo jogar pelo simples propósito de jogar”.

Para Fardo (2013, p. 2), a *gamificação* não é, necessariamente, a criação de um game/jogo que trate de algum “problema, recriando a situação dentro de um mundo virtual, mas sim em usar as mesmas estratégias, métodos e pensamentos utilizados para resolver aqueles problemas nos mundos virtuais em situações do mundo real”. Por corroborar com os pensamentos desses pesquisadores, a *gamificação* aqui compreendida neste estudo, é aquela em que há toda uma intencionalidade e planejamento com jogos padronizados, no que concerne ao processo educativo escolar.

Observa-se que há divergências entre alguns autores sobre quanto a necessidade de se ter a utilização ou não de TDIC para se obter a *gamificação*, pois, enquanto Ramos e Marques (2017) afirmam que é necessário se ter elementos de jogos digitais para que ocorra uma *gamificação* em contexto educacional, Andreetti (2019) entende que as TDIC podem (ou não) ser utilizadas, de forma que essa estratégia metodológica não é desenvolvida apenas através da utilização de jogos digitais, enquanto para Fardo (2013) tais tecnologias podem potencializar a *gamificação* devido aos seus recursos, mas as mesmas não são um requisito para a sua aplicação.

É possível observar a *gamificação* em atividades que não ligadas a games, a exemplo da área escolar, quando ocorre emprego de elementos que normalmente são encontrados em *games*, tal como: narrativa; sistema de feedback; sistema de recompensas; conflito; cooperação; competição; objetivos e regras claras; níveis; tentativa e erro; diversão; interação; interatividade; entre outros. O objetivo desses elementos é proporcionar a maior interação possível e engajamento por parte dos participantes da atividade (FARDO, 2013).

Fardo (2013b), tomando como base McGonigal (2011), destaca que a utilização de voluntariedade, regras, objetivos e feedbacks já permitem a realização de um jogo e de *gamificar* o mesmo. Os quatro elementos são apresentados na Figura 02, desenvolvida por Silva, Sales e Castro (2019), que representa como esses elementos devem ser interconectados

para que se possa assemelhar ao máximo a um *game*. De modo que, os jogadores, voluntariamente aceitem as condições inerentes ao jogo, busquem atingir os objetivos, através da compreensão das regras indicadas a eles, tendo o *feedback* como parâmetro de quão perto estão de chegar aos objetivos propostos pelo jogo.

Figura 2 - Representação esquemática dos elementos de games interconectados.

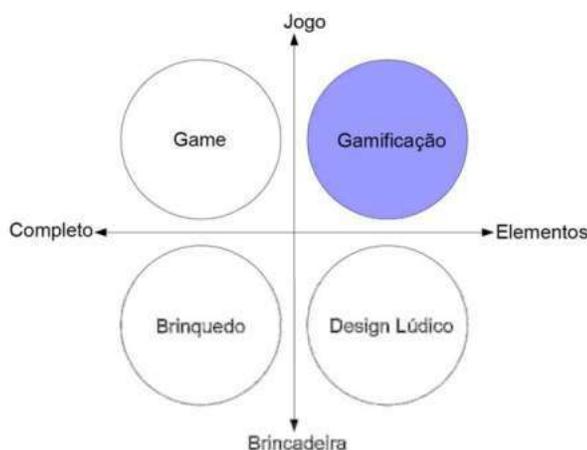


Fonte: SILVA; SALES; CASTRO (2019).

A Figura 3, exibida logo em seguida, apresenta uma contextualização da *gamificação*, sendo a mesma colocada entre dois eixos, onde na “horizontal traz a ideia de um jogo (no caso, *game*) completo até as suas partes (elementos) e o vertical vai da brincadeira (livre e descontraída) para o jogo (mais formal)” (FARDO, 2013, p. 2). O autor, ainda, complementa, afirmando que sendo assim,

[...] a *gamificação* pressupõe o uso de elementos dos *games*, sem que o resultado final seja um *game* completo, e também se diferencia do design lúdico na medida em que este pressupõe apenas um aspecto de maior liberdade, de forma lúdica, quanto ao contexto em que está inserido. Em outras palavras, nessa concepção, abordar um problema de forma lúdica não implica em contemplar objetivos e seguir uma metodologia mais precisa, que é o que a *gamificação* propõe (FARDO, 2013, p. 2).

Figura 3 – Contextualização da *gamificação*.



Fonte: Deterding et al., (2011) *apud* Fardo (2013)

A título de melhor esclarecimento, a utilização do tipo de jogo ou dos elementos que serão utilizados depende de como ocorrerá a aplicação e de qual finalidade terá o mesmo. Segundo Fardo (2013, p. 3), fundamentado em Ladley (2011), é possível “construir sistemas *gamificados* baseados apenas em pontos, medalhas e tabelas de líderes (PBL – *Points, Badges and Leaderboards*), que são apenas as mecânicas mais básicas de um *game*”. Estes têm como objetivo gerar uma mudança no comportamento do indivíduo através de recompensas.

Nessa perspectiva, perante a possibilidade de envolver mais e mais pessoas e, da capacidade de motivar e “prender” o jogador, os jogos digitais passam a ser objeto de estudo de diversas áreas de conhecimentos como recursos poderosos para a aprendizagem (DURÃO; BLEY; ARAÚJO, 2015).

É pertinente destacar que, a *gamificação* possui 04 (quatro) princípios norteadores, sendo eles

(a) embasar-se em jogos significa criar um ambiente onde as pessoas queiram investir seu tempo, energia e cognição; (b) mecânicas são blocos de regras, são cruciais para o desenvolvimento da *gamificação*. Apesar de importantes, não atuam sozinhas no processo de engajamento. (c) a estética é o olhar do indivíduo sobre aquela experiência, nos traz o feedback de como o indivíduo percebe a *gamificação*; (d) o pensamento como num jogo (BUSARELLO, 2016 *apud* ANDREETTI; EGIDO; SANTOS, 2017, p. 2).

Nesse contexto, os estudantes do século XXI são tidos como nativos digitais devido à sua familiaridade com as NTIC e, conseqüentemente, são integrados a ambientes *gamificados*,

os quais são utilizados para brincar, seja através de computadores, *tablets*, *smartphones*, dentre outras tecnologias digitais (ANDREETTI; EGIDO; SANTOS, 2017). Como apresentado no capítulo anterior, esses estudantes fazem parte da Geração Z e Alpha. Eis, portanto, o questionamento: por que não levar a *gamificação* enquanto estratégia didática para as aulas de Física no Ensino Médio? Conforme Durão, Bley e Araújo (2015, p. 3) essa é uma necessidade, afinal “os games são jogos digitais que fazem parte hoje do universo de pessoas das diferentes classes sociais e faixas etária” e como Huizinga (2000) apresenta em sua obra, o jogo faz parte da humanidade desde o surgimento das civilizações.

Dessa forma, a *gamificação* se apresenta como estratégia que proporciona inúmeras potencialidades de aplicação nos mais diversos campos da atividade humana, pois a linguagem e metodologia dos *games* são cada dia mais populares e eficazes na resolução de questões (pelo menos no mundo virtual) e sendo aceitas naturalmente pelos nativos digitais que cresceram interagindo com esse tipo de entretenimento e até por gerações anteriores (FARDO, 2013). Enfim, essa estratégia didática, pode ser “uma cuidadosa e ponderada aplicação da ideia de jogo ao utilizar os elementos dos jogos que forem considerados apropriados para resolução de problemas e para estimular a aprendizagem” (KAPP, 2012 apud ANDREETTI; EGIDO; SANTOS, 2017, p. 2).

Com isso, a *gamificação* encontra na educação formal uma área bastante fértil para a sua aplicação, já que os estudantes são sujeitos que trazem muitas aprendizagens oriundas de suas relações com os games, assim como os docentes, o que facilita a aplicação de jogos ou de recursos ligados ao tema.

O fato dos estudantes serem nativos digitais cria a necessidade do desenvolvimento de novas estratégias ou metodologias para ser utilizada com esses indivíduos que estão cada vez mais inseridos no contexto das mídias (sejam sociais ou não) e das NTIC ou TDIC, devido apresentarem desinteresse pelos métodos tradicionais de ensino e de aprendizagem, ainda presentes na maioria das escolas.

Desse modo, a partir da utilização de jogos e através dessa experiência é possível aumentar o nível de interesse, participação e motivação dos estudantes e promovendo uma maior interação entre eles. Na verdade, o jogo contribui para que o conhecimento seja construído de uma forma diferente do que se observa tradicionalmente, através de aulas expositivas, em que o professor apenas fala e propõe atividades enquanto os alunos escutam e executam ordens (FARDO, 2013).

Essa atitude provoca um deslocamento do professor no que tange ao seu papel, que é o de organizar o ensino. Isso permite que se busque compreender as interações que ocorrem entre professor, aluno e o uso de “meios” ou instrumentos como, textos, recursos, etc. Tais atividades devem ser propostas com intenções de mediar a busca pelo conhecimento, de forma a provocar uma internalização nos alunos dos conhecimentos existentes.

É necessário ressaltar que, apesar de potencializar a *gamificação* através dos seus recursos, as NTIC e TDIC não são um requisito para a sua aplicação, pois simples jogos de tabuleiro podem ser instrumentos de *gamificação* para mediar à busca por conhecimentos para internalização.

Para uma conclusão ponderada, percebe-se que a *gamificação* enquanto estratégia didática se apresenta como um instrumento que favorece a concretização da interatividade e aprendizagem colaborativa, através da mediação, sendo estes necessários para a apropriação de conhecimentos científicos. Em síntese, utilizar a *gamificação* para motivar a participação dos discentes e, por conseguinte, promover a interatividade, um aprender colaborativo e a internalização do conhecimento. Reitera-se que nesse estudo, a *gamificação* é compreendida como aquela em que há toda uma intencionalidade, assim como o planejamento com jogos padronizados, no que concerne ao processo educativo escolar, diante dos pensamentos dos pesquisadores aqui destacados.

3.2.1 A *gamificação* como possibilidade de mediar a aprendizagem da Física no Ensino Médio

É notório que os jogos, independente da sua complexidade, fazem parte do desenvolvimento do ser humano, fato observado nas escolas, não importando a série que o estudante esteja, mas como já apresentado, não é sempre que é utilizado durante as aulas como parte de alguma estratégia de ensino, como a *gamificação*, foco desse estudo.

Em algumas disciplinas de uma forma quase permanente (Educação Física, por exemplo), noutras têm vindo a ganhar espaço (na matemática desde há muito que se tem tentado introduzir jogos de raciocínio, jogos de tabuleiro ou jogos especificamente criados para consolidar determinados conteúdo).

O ensino de Física, nas suas mais diversas áreas, pode ser realizado através de jogos com diversas estratégias, a exemplo de mimica (AMORIM; REIS; OLIVEIRA; SANTOS, 2018), perguntas e respostas (RIATTO, 2017), jogo de tabuleiro (TAGLIATI; FRANCO,

2018), e até mesmo o RPG (*Role-Playing Game*) (MACÊNA JÚNIOR; VILAS BOAS; PASSOS, 2017) dentre outros.

Como já foi apresentado no tópico anterior, a *gamificação* possui inúmeras ferramentas que permitem um incremento ao ensino convencional ainda realizado pelos docentes e que pode motivar os alunos em sala de aula, tarefa essa que possui certa complexidade e é desafiadora para o professor, pois demanda tempo e conhecimento teórico (SILVA, 2019).

Conforme dito anteriormente, a *gamificação*, como recurso educacional, é relativamente nova e conforme Bittencourt, Grassi e Valente (2018), o termo terá sua primeira década de relevância, a nível mundial, no ano de 2020, o que leva a necessidade de uma pesquisa sobre o “estado da arte” ou “estado de conhecimento” indicado Ferreira (2002) sobre a estratégia no ensino de Física durante esse período a nível de pesquisa acadêmica em relação a produção de teses e dissertações.

Ferreira (2002) indica que o estado da arte, é uma pesquisa de caráter bibliográfico que busca mapear e debater a produção acadêmica em algum campo de conhecimento já construídos em dissertações de mestrado, teses de doutorado, assim como publicações em periódicos e comunicações em anais de congressos e de seminários. Para catalogar essas informações e realizar o levantamento de dados e a consequente análise dos mesmos, busca-se como fontes básicas de referência principalmente, os catálogos de IES, associações nacionais e órgãos de fomento da pesquisa.

Para tal, foi utilizado como fonte básica de referência o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, que, conforme a Portaria nº 013, de 15/02/2006 instituiu, divulga as teses e dissertações produzidas pelos programas de doutorado e mestrado reconhecidos. É importante ressaltar que as informações apresentadas são no catálogo, são recebidas continuamente e fornecidas diretamente pelos programas de pós-graduação (CAPES, 2020).

A pesquisa foi realizada durante a primeira quinzena de janeiro de 2020 e as fontes foram identificadas de acordo com os seguintes descritores: “ensino de Física”, “ensino médio” e “*gamificação*”. Tomando como referência os resumos dos trabalhos realizados entre os anos de 2010 e 2019 foram selecionados as produções que tratavam diretamente de questões que envolvem o ensino da Física em suas diversas abordagens de conteúdo e método, obteve-se o número de 1355 trabalhos entres teses e dissertações relativos a programas de doutorado e mestrado acadêmico e mestrado profissionais. É válido ressaltar que o ano de 2010 foi tomado como parâmetro por ter sido o período a palavra *gamification* obteve uma popularização, como já apresentado anteriormente tendo como base Bittencourt, Grassi e Valente (2018).

Após avaliação inicial dos trabalhos, tendo como foco os descritores já citados, foram identificadas 31 produções oriundas de egressos do MNPEF, realizadas entre os anos de 2015 e 2019, que utilizavam algum tipo de jogo, distribuídos em 20 polos diferentes do programa por todas as regiões do país, destacando as regiões Nordeste e Sudeste, cada uma com sete produções. Após uma análise aprofundada das dissertações selecionadas, percebe-se que nove produções utilizaram a *gamificação*, direta ou indiretamente, como um mecanismo mediador do ensino de Física, sendo produzidas a partir do ano de 2017.

Em Zahaila (2017), há a aplicação de uma Sequência de Ensino Aprendizagem (SEA) durante um minicurso com duração de 4 dias realizado com alunos do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola particular da cidade de São Paulo para mediar alguns conceitos de Física utilizando um game comercial, Portal 2. O autor informa que adicional a SEA técnicas da *gamificação* para motivar os estudantes, no caso em questão, o elemento utilizado foi a “obtenção de troféus para os alunos que executarem adequadamente missões presentes em cada uma das atividades” (ZAHAILA, 2017, p. 30).

Uma sequência didática que utiliza TIC, em especial celular e *tablet*, é o produto educacional de Anjos (2017), que é direcionada a estimular o professor a ser mais atuante no ensino de Física, e em especial no ensino de Mecânica Clássica. Os estudantes, divididos em equipes, poderiam escolher um *avatar* para identificar suas equipes. O autor utilizou como ferramentas, o jogo *Bunny Shooter* e o aplicativo *Socrative* na sua versão *Student* instalados nos *smartphone* dos estudantes, enquanto o professor os acompanhava através do *notebook* conectado a plataforma do *Socrative* que fornecia a evolução dos alunos, sendo repassado aos mesmos pelo projetor, permitindo o *feedback*. Para Anjos (2017, p. 42) esse “é o momento do professor valorizar a provável motivação que aflora no aluno em razão de uma condição diferenciada (*games* e *gamificação*), e em muitos casos nunca trabalhada.”

Pelo que apresenta em seu trabalho, Anjos (2017) é feliz ao inserir a *gamificação* em sala de aula, a exemplo da Figura 4, onde o autor apresenta um quadro com metáforas utilizadas para uma *gamificação* estrutural, em que componentes de uma aula tida como tradicional, é levada para o mundo *gamer* através de uma linguagem de um ambiente *gamificado*.

Figura 4 – Metáforas utilizadas para *gamificação* estrutural.

	ESCOLA TRADICIONAL	GAMIFICAÇÃO
MEDIADOR DO CONTEÚDO	Professor	Game Master
DISCENTES	Alunos	Jogadores
IDENTIFICAÇÃO (Aluno)	Nome ou nº da equipe	Personagem
QUESTÕES	Tarefas	Desafios
IDENT. DAS QUESTÕES	Sequência numérica	Vilão
SOLUÇÃO CORRETA	Acerto	Derrotar o vilão
ORIENTAR O ALUNO	Tirar dúvida	Ganhar Bônus
ACRÉSCIMO NA NOTA	Ponto extra	Recompensa
AValiação	Prova	Batalha
BOM RENDIMENTO	Nota azul	Zerar o game
BAIXO RENDIMENTO	Nota vermelha	Game over
CLASSIFICAÇÃO DOS ALUNOS	Colocação	Ranking
PERÍODO DE 45 MINUTOS	Aula	Missão

Fonte: Anjos (2017)

Com o objetivo de descrever uma atividade *gamificada* para o ensino do tema Gravitação, Teixeira (2017) propõe um produto educacional que, segundo o autor, pode ser adaptado para diferentes realidades de ensino aplicada dentro e fora da sala de aula. São utilizados no produto, o uso de simulações computacionais interativas do PhET⁶ (*Physical Education Technology*), o jogo *Angry Birds Space*, desenvolvido em parceria com a NASA para ser mais preciso em relação às questões espaciais, uma plataforma de aprendizagem livre baseado em *quizzes*, o *Kahoot!*, a rede social *Facebook*, assim como a projeção de filmes relacionados ao tema, dentre outros.

Teixeira (2017) realizou a atividade através do estudo das causas do movimento e suas variações em corpos fora da superfície terrestre através de situações propostas no jogo *Angry Birds Space*. Durante as oito fases de aplicação, os estudantes utilizavam “elementos de jogos” (termo utilizado pelo autor), como a cooperação, competição, medalhas, missão e pontos, podendo variar conforme a fase de aplicação. Seis turmas da segunda série do Ensino Médio de uma escola particular participaram do projeto, totalizando 241 participantes voluntários.

⁶ Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/.

Com o propósito de permitir que o aluno seja um agente ativo e atuante em sua aprendizagem, de forma que venha a obter soluções práticas e atuante durante seu processo de construção de seu saber, Galvão (2017) utilizou a linguagem de programação gráfica *Scratch* em conjunto com a *gamificação*. Para tal, assim como Teixeira (2017), Galvão (2017) utilizou o jogo *Angry Birds*, para abordar o conteúdo de Lançamento de Projeteis com estudantes de uma escola pública. Conforme o autor, a maioria dos estudantes eram da primeira série do Ensino Médio e participaram de forma voluntária.

Na proposta de Galvão (2017), realizado em 4 encontros presenciais, os estudantes inicialmente conhecem o *Scratch*, como utilizar seus blocos e a partir dessa interação, os mesmos tem a oportunidade de criar seus primeiros projetos orientados pelo professor. A medida que os estudantes internalizam os comandos necessários para a interação entre os atores e cenários disponibilizados pelo *Scratch*, projetos de maior complexidade são propostos, tendo em vista de sempre utilizar o lúdico como ferramenta motivadora em conjunto com o conhecimento sobre a Física, de forma que o jogo tenha a maior proximidade possível com a realidade através dos conceitos físicos.

Conforme o relato, no quarto e último encontro, os estudantes interagiram com um jogo produzindo no *Scratch* por Galvão (2017) tendo como base de mecânica e design *Angry Birds*, composto de seis fases, cada uma composta de um objetivo específico, como obter o maior alcance possível, de forma houvesse uma revisão e reflexão dos assuntos abordados. Tendo como base as pesquisas realizadas por Fardo (2013b), Andreetti, Egido e Santos (2017), Andreetti (2019), não se percebe propriamente a utilização da *gamificação*, pois não relata a existência do *feedback* com os participantes da atividade, já que este é tido como um elementos chave para a constituição da *gamificação*. Esse fato é ratificado quando o autor informa que “o foco deste projeto em que a cerne da aprendizagem não está no ato de jogar, mas de criar o jogo e conseqüentemente aprender Física para a realização de tal feito” (GALVÃO, 2019, p. 64).

Em busca de fornecer uma aprendizagem significativa aos estudantes, Justo Junior (2017), elaborou um guia didático para o ensino de Grandezas e Medidas através da *gamificação* aplicado em uma turma da primeira série do Ensino médio regular, no turno noturno, composta por 30 estudantes. É importante salientar que para o autor, a aprendizagem significativa está diretamente ligada ao envolvimento da aquisição e a construção de significados por parte dos estudantes.

Conforme o autor, a perspectiva do produto apresentado, uma SD, é que o estudante alcance o estado de *flow* através dos elementos da *gamificação*. Justo Junior (2017, p. 28),

tomando como base Csikszentmihaly (1990), afirma que “a teoria do *flow*, busca explicar o que torna uma pessoa feliz, *flow* que inglês significa fluxo, está ligado ao fluxo com que as emoções acontecem, sendo que essa teoria aplica-se atualmente desde a educação até jogos.”

O guia apresentado por Justo Junior (2017), em que o estudante alcançaria o estado de *flow* através da *gamificação*, apesar de ser apresentado como uma SD, contém apenas dois encontros, de 50 min cada, onde o primeiro é denominado de “aula tradicional” e o seguinte de “aplicação do jogo”. Para a aplicação do jogo, um tabuleiro, a turma foi dividida em cinco equipes, tendo um dos estudantes como mediador/moderador, sendo este responsável por coordenar as atividades que giram em torno de 27 cartas que possuem quatro informações sobre a resposta, que é alguma unidade de medida, numeradas de 1 a 4, podendo ter ainda alguma penalidade a ser sofrida pelos jogadores. O vencedor é aquele que conseguir chegar primeiro a última das 28 casas.

Percebe-se que a intervenção proposta por Justo Junior (2017) no qual o jogo, como o autor relata, é apresentado como uma atividade lúdica que se propõe a gerar um aprendizado significativo, fugindo da linha que a *gamificação* recomenda e que são abordados por Fardo (2013b), dentre outros.

3.2.2 O *Scratch* e a sua relação com a *gamificação*

O *Scratch*⁷ é uma linguagem de programação, que foi desenvolvida no ano de 2007 pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), através do MIT *Media Lab*⁸, laboratório dedicado a produzir recursos tecnológicos para as pessoas criarem um mundo melhor. Conforme seu portal, e apresentado na Figura 5, o *Scratch*, também é uma comunidade online, que permite aos usuários construir histórias interativas, animações, jogos, simulações e ambientes que possam mediar a aprendizagem. O compartilhamento de projetos no *Scratch*, permite que os usuários aprendam a pensar criativamente, raciocinar sistematicamente, e trabalhar em grupo (SCRATCH, 2019).

⁷ Disponível em: <https://scratch.mit.edu/>.

⁸ Disponível em: <https://llk.media.mit.edu/>.

Figura 5 – Página inicial do *Scratch*.

Fonte: Scratch.mit.edu.

Tais ferramentas possibilitam ao usuário, seja o professor ou o estudante, desenvolver o seu pensamento criativo, o raciocínio lógico e sua curiosidade intelectual. O *Scratch* foi especialmente desenvolvido para o ensino de linguagem de programação à crianças, e foi totalmente traduzida para o português, sendo ofertado na versão 2.0 a partir do ano de 2013 (ANJOS; FREITAS; ANDRADE NETO, 2016).

No ano de 2019, o *Scratch* foi atualizado para a versão 3.0, tendo acréscimo de novos recursos para seus usuários, a exemplo de: novas imagens; novos suportes a materiais; novas capacidades de programação; possibilidade de funcionamento em dispositivos móveis, como *smartphones*, para visualizar os projetos, e *tablets*, para visualizar e criar novos projetos.

Há um consenso de pensamento de pesquisadores que discutem as tecnologias digitais que, a utilização de softwares que trabalham com simulações e medeiam o aprendizado, na verdade,

[...] permite ainda estabelecer uma ponte entre os conhecimentos prévios dos alunos e a aprendizagem de novos conceitos físicos, ajudando, inclusive, no desenvolvimento do conhecimento científico por meio de uma reformulação ativa de eventuais conceitos que não são efetivamente absorvidos pelos alunos (FERNANDES; SOUZA; DENIS, 2017, p. 120).

É oportuno esclarecer que, para a utilização do *Scratch* não há necessidade de conhecimento em qualquer tipo de linguagem de programação, pois o mesmo utiliza uma programação gráfica, o que possibilita o manuseio do programa por qualquer pessoa, sendo especialmente indicado como recurso educacional.

3.2.2.1 A programação em blocos e o *Scratch*

Um bom raciocínio é fundamental para qualquer ser humano. O raciocínio lógico é essencial para quem deseja utilizar as ferramentas disponibilizadas para os profissionais da área da computação, Física Computacional, ou qualquer pessoa que deseje produzir algum *software*, simulação, dentre outros. O pensamento computacional, onde se pensa nos problemas de uma forma analítica, de maneira a encontrar soluções através de algoritmos e contem características como a formulação de problemas e a organização e análise lógica dos dados obtidos, realizando a sua representação por meio de abstrações, com o intuito de encontrar soluções automatizadas por meio de algoritmos. Por fim, ocorre a identificação, análise e implementação de soluções, para que ocorra a generalização e transferência do processo de solução encontrado para resolução de outros problemas (RODRIGUEZ; ZEM-LOPES; MARQUES; ISOTANI, 2015).

Para tal, é necessário a produção de programas que utilizem alguma, das inúmeras linguagens existentes, onde cada qual requisitam diferentes notações para a obtenção de um mesmo resultado, conforme é apresentado na Figura 06, usando parâmetros, símbolos, comandos, além de notações com características próprias. Como é de se esperar, as linguagens mais utilizadas mundialmente, necessitam de algum conhecimento da língua inglesa.

Figura 6 – Exemplos de linguagem de programação textual para expressar “*Hello!*”.

<code>print('Hello!')</code>	(na linguagem Python)
<code>std::cout << "Hello!" << std::endl;</code>	(na linguagem C++)
<code>System.out.print("Hello!");</code>	(na linguagem Java)

Fonte: Marji (2014).

A programação em blocos possibilita a utilização de ferramentas como som e imagem, associado ao ambiente gráfico, com blocos coloridos que são encaixados. Por esse motivo, o *Scratch* é tido por Mendonça Neto (2013), Marji (2014), dentre outros, como uma linguagem

de programação gráfica, já Elias, Motta e Kalinke (2018) o apresentam-na como uma linguagem visual de programação. Conforme a Figura 07 apresenta, o *Scratch* tem a capacidade de simplificar os comandos na produção de seus projetos.

Figura 7 – Exemplo de linguagem de programação por blocos para expressar “*Hello!*”.



Fonte: Marji (2014).

No entendimento de Scaico et al. (2012), compreender uma linguagem de programação não algo fácil, os autores compreendem que é uma tarefa desafiadora, mas que propicia o estímulo de inúmeras capacidades cognitivas, agregando aqueles que estão a par, a capacidade de aplicar os conhecimentos na programação, sobretudo o pensamento computacional, na resolução dos mais variados tipos de problemas, independente da profissão que se tenha.

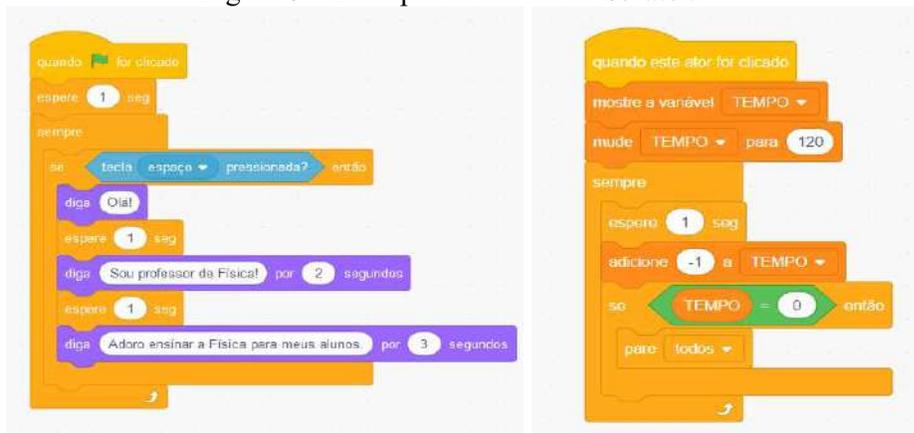
Para Scaico et al. (2012), os iniciantes no estudo da programação, sentem uma maior dificuldade com a sintaxe utilizada. Marji (2014, p. 21) descreve como uma “forma enigmática de inglês”, devido a necessidade de compreender a linguagem que o computador entende, assim como o idioma da língua inglesa, que está presente nas linguagens mais utilizadas pelos programadores (SCAICO et al., 2012).

Dessa forma o *Scratch* aparece como um mediador do pensamento computacional e consequentemente da linguagem de programação, sendo trabalhada por Queiroz e Sampaio (2016) com estudantes do ensino fundamental, com estudantes do ensino regular do ensino médio, com Scaico et al., (2012), ou através de projetos de Iniciação Científica com alunos do ensino médio, a exemplo de Rodriguez, et al. (2015), assim como em cursos técnicos, como apresenta Mendonça Neto (2013) e Educação Superior por Elias, Motta e Kalinke (2018).

Percebe-se que todos os trabalhos citados logo acima, entendem que a utilização do *Scratch* proporciona um melhor entendimento sobre a programação, tornando-a clara e suficiente, para estudantes, desde o Ensino Fundamental a Educação Superior, conforme é apresentado na Figura 8, por além de ser intuitiva, está traduzido para inúmeros idiomas, dispensando o pré-requisito da compreensão da língua inglesa. Assim como para docentes que

desejam utilizar o *Scratch* para a produção de projetos por parte de seus estudantes ou implementar alguma estratégia mediadora com o mesmo.

Figura 8 – Exemplo de blocos do *Scratch*.



Fonte: Arquivos do autor.

A exemplo de Anjos, Freitas e Andrade Neto (2016), que relatam a utilização do *Scratch*, combinado com um jogo disponibilizado para dispositivos móveis (*Angry birds*), com o intuito de mediar os conceitos de Cinemática, envolvendo tipos de movimentos, velocidade média, ângulos, lançamentos de projéteis e gravidade, usando como base a Teoria de Mediação Cognitiva durante o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) em uma escola pública.

Os autores relatam que a aplicação do *Scratch* contribuiu para os estudantes compreendessem as bases do pensamento computacional e internalizassem as ferramentas necessárias para desenvolver o projeto sobre o fenômeno físico abordado dentro da interface do ambiente de desenvolvimento, assim como colaborou para que os estudantes compreendessem os diferentes tipos de movimentos (Lançamento Vertical, Queda Livre e Lançamento Oblíquo) bem como gravidade. É importante informar que, no relato apresentado por Anjos, Freitas e Andrade Neto (2016), não aparece o termo *gamificação*, tão pouco os termos voluntariedade, regras, objetivos e feedbacks, que são inerentes a estratégia.

3.2.2.2 Conhecendo melhor o *Scratch*

Ao produzir um projeto no Scratch, o operador tem a opção de salvá-lo em seu computador, caso tenha-o instalado, o que permite realizar alterações sem estar necessariamente conectado à internet ou pode carregá-la diretamente no site do *Scratch*, onde podem ser compartilhados com os outros participantes da comunidade, permite a realização de comentários por outras pessoas ou que seja remixado, possibilitando o surgimento de novos projetos.

Em 2019 foi lançada a versão 3.0 do *Scratch* apresentando uma mudança visual em seu layout na sua interface do ambiente de desenvolvimento, apresentada na Figura 09, continua com as mesmas áreas e ícones das versões anteriores, mas proporciona uma produção de projetos mais intuitiva.

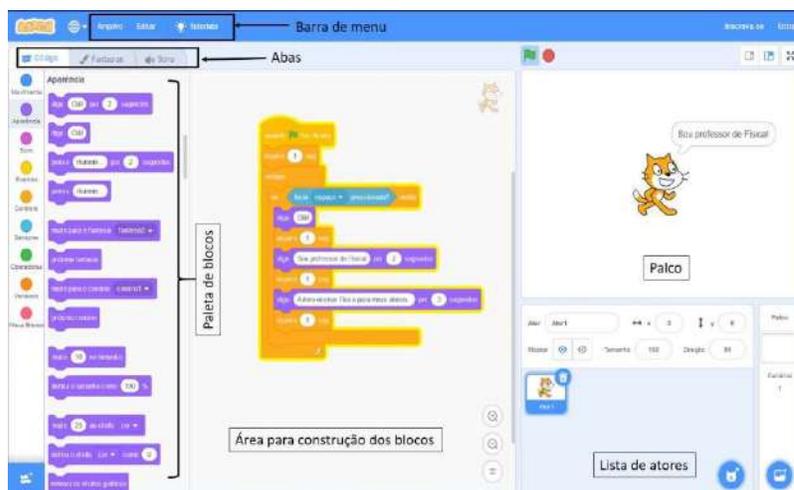
A interface contém uma barra de menu, para mudanças de idiomas, iniciar ou carregar projetos e visualizar alguns tutorias. São disponibilizadas três abas: Código, onde são listados os blocos para a produção do script; Fantasias, que permite editar e selecionar, quando disponível, os atores do projeto; e Sons, para a seleção, gravação e edição de áudios.

O palco (*Stage*) é a região localizada a direita, onde são visualizadas as ações propostas aos atores e cenários, assim como a interação entre os mesmos. Para a localização ou movimentação de um ator no palco, é usada a ideia de um plano cartesiano, tendo no centro a coordenadas para “x” e “y” igual a zero para ambas (0,0).

Consta na parte inferior direita, a lista de atores (*Sprite List*) onde são exibidos uma miniatura de todos os autores, com seus respectivos nomes. Como ressalta Marji (2014), sempre que se inicia um novo projeto, esse começa com um palco em branco e um único ator, representado por um gato, conforme mostrado na figura 9.

Ao centro da Figura 9 fica localizada a região onde os blocos de comando são construídos (*Scripts Area*), para tal, é necessário arrastar os blocos da aba Código, soltando-os e unindo-os conforme o objetivo do *script*. É importante ressaltar que não se pode encaixar todos blocos aleatoriamente, sendo essa mais uma das qualidades do *Scratch*, pois evita algum erro de digitação que ocorrem normalmente durante a produção de programas em linguagens de programação baseadas em texto (MARJI, 2014).

Figura 9 – Interface do ambiente de desenvolvimento do *Scratch*.



Fonte: Arquivos do autor.

Na lateral esquerda, das três abas existentes, a primeira é a que contém os blocos para a produção dos *scripts*, estes estão divididos em nove categorias, sendo elas: Movimento; Aparência; Som; Variáveis; Eventos; Controle; Sensores; Operadores e; Mais Blocos. As categorias apresentam diversos componentes e são diferenciadas por cores, com o objetivo de facilitar a identificação dos mesmos. A Figura 10 apresenta exemplos de alguns blocos das categorias contidas na aba Código e citadas anteriormente, onde é possível observar que apesar de algumas semelhanças em seus formatos entre algumas categorias, outras possuem um formato contendo alguma saliência, reentrância ou extremidades arredondadas ou pontiagudas.

Figura 10 – Exemplos de blocos das categorias existentes na aba Código.



Fonte: Arquivos do autor.

Entende-se que, essa linguagem de programação gráfica, se bem aplicada, pode auxiliar a fuga da "educação bancária", ainda presente no meio educacional. Para Freire (1979, p. 20), trata-se daquela “[...] educação que ainda permanece vertical. Isto forma uma consciência bancária. O educando recebe passivamente os conhecimentos, tornando-se um depósito do educador.” Nessa compreensão, como qualquer outra NTIC, o *Scratch* é uma ferramenta que possibilita modificar essa realidade nos locais onde esse formato de educação ainda persiste, transformando-a em algo horizontal.

É importante ressaltar que o *Scratch* não é a única linguagem de programação que se utiliza de artifícios gráficos/visuais, conforme apresenta Queiroz e Sampaio (2016), a exemplo de Code.org⁹, que possui suas próprias ferramentas para o ensino de programação através de blocos e o Programa¹⁰ e Code Club Brasil¹¹, que tem como base o *Scratch* em seus programas de aprendizado de programação.

Tendo conhecimento sobre a mediação e o *Scratch* e sua relação com o ensino de Física, na próxima seção serão abordados temas sobre a Ondulatória, para qual esse trabalho se propõe a mediar.

⁹ Disponível em: <https://code.org/>.

¹⁰ Disponível em: <http://programae.org.br/>.

¹¹ Disponível em: <http://codeclubbrasil.org/>.

4 ONDULATÓRIA

As ondas são um fenômeno que tem presença constante, e de formas variadas, em todas as áreas de estudo da Física. Conforme Feynman (2008, p. 489) “as ondas estão relacionadas aos sistemas oscilantes, exceto que as oscilações de onda aparecem não apenas como oscilações do tempo em um lugar, mas se propagam no espaço também.” Nussenzveig (2002), Halliday, Resnick e Walker (2009), complementam que o estudo dos fenômenos ondulatórios está ligado aquele que é um dos conceitos mais importantes da Física, no caso, o próprio conceito de onda.

Sobre o conceito de onda, Nussenzveig (2002, p.98), apresenta-o como sendo “qualquer sinal que se transmite de um ponto a outro de um meio com velocidade definida.” O autor ainda complementa que, enquanto ocorre essa propagação entre os dois pontos, não se tem transporte de matéria, mas em contrapartida, percebe-se a condução de energia e de momento, a ser exemplificado com o caso de uma onda sobre a superfície da água em que a mesma é gerada a partir de uma embarcação que deslocar-se sobre a superfície tranquila de um lago, por sacudir um barco distante ao atingi-lo, não havendo, durante todo o processo, transporte direto de alguma massa de água (NUSSENZVEIG, 2002).

É importante ressaltar que quando ocorre o estudo sobre a Óptica, área da Física que se busca compreender as propriedades de ondas naquele assunto e que será ainda discutido nessa seção, fenômenos importantes que ocorrem na luz, que pode ser caracterizada como uma onda eletromagnética. Durante um terremoto, o movimento das placas tectônicas que compõem a crosta terrestre, contém ondas elásticas. Em peças musicais, de roda de pagode ao concerto de uma orquestra sinfônica, tem-se a propagação de ondas sonoras. Por tanto, desde de situações que envolvem Física Clássica ou newtoniana, até a contemporânea Física Moderna, percebe-se o envolvimento de ondas (FEYNMAN, 2008; HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009).

Nesta seção será realizada uma breve revisão sobre os temas abordados para a aplicação do produto educacional que é proposto, o jogo Onda Secreta, tendo como foco uma abordagem introdutória sobre o estudo de Ondas, destacando as partes mais elementares que compõem a mesma, passando pela determinação de grandezas como o Período (T) e da Frequência (f), assim como a Equação Fundamental da Ondulatória e a classificação de uma onda quanto à sua direção de propagação, dimensão e natureza. Ao abordar os fenômenos ondulatórios, haverá um destaque para: Reflexão, Refração, Difração, Interferência e Polarização. Os demais fenômenos ondulatórios não serão abordados aqui por não terem sido trabalhados durante as aulas que antecederam a aplicação do jogo Ondas Secretas, devido à ausência dos referentes

conteúdos no livro texto disponibilizado pela SEDUC para a escola que foi o campo de pesquisa e utilizado pelos estudantes que foram os sujeitos da pesquisa.

4.1 Tipos de ondas

Conforme Halliday, Resnick e Walker (2009), as ondas podem ser de três tipos: mecânicas, eletromagnéticas e de matéria:

- As **ondas mecânicas** são encontradas constantemente, a exemplo das ondas do mar, ondas sonoras e até mesmo ondas sísmicas, de forma que há entre elas características em comum de serem governadas pelas leis de Newton e de necessariamente estarem atreladas a algum meio material, como a água, o ar ou até mesmo as rochas;

- As **ondas eletromagnéticas** são apesar de ser menos familiares, estão entre as mais usadas, como a luz visível, a luz ultravioleta, as ondas de rádio e de televisão, as microondas, os raios X e as ondas de radar. Estas ondas não precisam de um meio material para existir. As ondas luminosas provenientes das estrelas, por exemplo.

- As **ondas de matéria** são usadas nos laboratórios, provavelmente o leitor não está familiarizado com elas. Estão associadas a elétrons, prótons e outras partículas elementares, e mesmo a átomos e moléculas. Elas são chamadas de ondas de matéria porque normalmente pensamos nessas partículas como elementos básicos da matéria.

Uma onda pode ser classificada ainda tomando em consideração a direção de propagação na qual a perturbação ocorre, podendo ser classificada em: *unidimensional*, *bidimensional*, *tridimensional*.

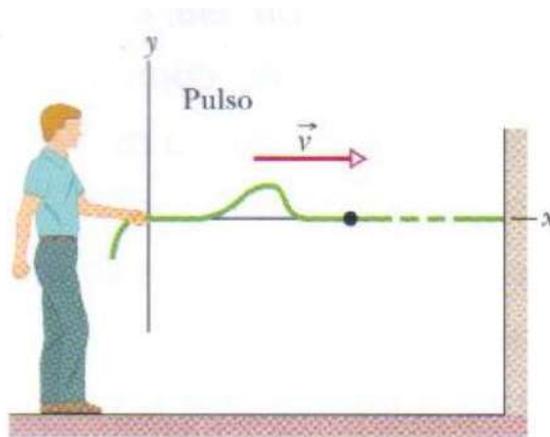
Considerando uma corda grande, em que uma de suas extremidades esteja amarrada a um poste e quando estiver esticada, tem em sua ponta livre a geração de uma perturbação que se propagará ao longo da corda em direção a outra extremidade amarrada ao poste, essa perturbação é chamada de pulso. Este tipo de onda, que se move em um sistema unidimensional é chamado de **onda unidimensional**, já que se propagam em apenas uma dimensão, já que cada elemento da corda pode ser localizado através de uma única coordenada x .

Ao observar a superfície da água, a mesma é tida como uma superfície bidimensional, portanto as ondas que se formam são chamadas de **ondas bidimensionais**, que se propagam em duas dimensões. As ondas que se propagam sobre três eixos, são chamadas de **ondas tridimensionais**, a exemplo das ondas sonoras, que se propaga em todas as dimensões.

4.2 Ondas Transversais e Longitudinais

Uma onda se propaga em uma corda esticada é a mais simples das ondas mecânicas. Quando a mesma sofre uma perturbação na ponta de uma corda esticada, uma onda com a forma de um pulso se propaga ao longo da corda, conforme apresentado na Figura 11. Este pulso e o seu movimento podem ocorrer porque a corda está sob tensão. Quando você puxa a extremidade da corda para cima ela puxa para cima a parte vizinha da corda através da tensão que existe entre as duas partes quando a parte vizinha se move para cima puxa para cima a parte seguida da corda, e assim por diante. Enquanto isso, você puxou para baixo a extremidade da corda. Enquanto as outras partes da corda estão se deslocando para cima começam a ser puxadas de volta para baixo pelas partes vizinhas, que já se encontram em movimento descendente. O resultado geral é a que a distorção da forma da corda (o pulso) se propaga ao longo da corda com uma certa velocidade v (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

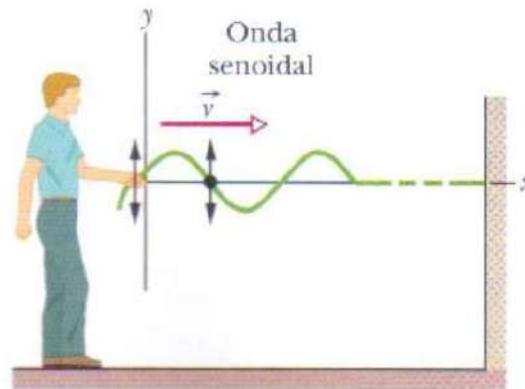
Figura 11 - Pulso isolado produzido em uma corda esticada.



Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2009).

Se a mão for deslocada para cima e para baixo continuamente, em um movimento harmônico simples, uma onda contínua se propaga ao longo da corda com velocidade v . Como o movimento da mão é uma função senoidal do tempo, a onda tem uma forma senoidal em qualquer instante, como na Figura 12, ou seja, a onda possui a forma da curva seno ou cosseno (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

Figura 12 - Onda senoidal produzida na corda.

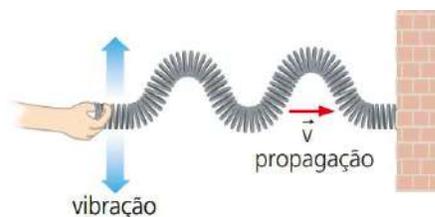


Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2009).

As informações trabalhadas aqui consideram uma corda "ideal" e desconsiderando as forças de atrito para reduzir a amplitude da onda enquanto ela se propaga. Também é considerado que a corda é tão comprida que não é preciso considerar o retorno da onda depois de atingir a outra extremidade (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

Uma das perspectivas em que se pode estudar a onda da Figura 11 é através da análise da forma de onda, ou seja a forma assumida pela corda em um dado instante. Outro modo consiste em observar o movimento de um elemento da corda enquanto oscila para cima e para baixo por causa da passagem da onda. Usando o segundo método, é possível constatar que o deslocamento dos elementos da corda é sempre perpendicular à direção de propagação da onda, como mostra a Figura 12. Este movimento é chamado de transversal, e dizemos que a onda que se propaga em uma corda é uma **onda transversal** conforme é apresentado na Figura 13 (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

Figura 13 – Representação de uma onda transversal.

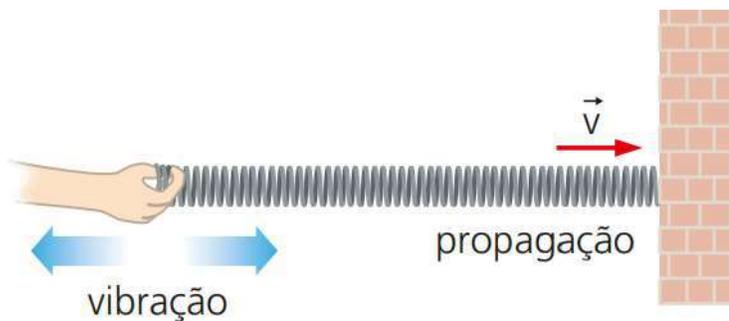


Fonte: Yamamoto; Fuke (2016).

Considere uma onda sonora produzida por um êmbolo em um tubo com ar. O deslocamento do êmbolo brusco, para um dos lados retornando para sua posição inicial, envia um pulso sonoro ao longo do tubo. O movimento do êmbolo para a direita empurra as moléculas do ar para a direita, aumentando a pressão do ar nessa região. Com o aumento da pressão, o ar empurra as moléculas vizinhas, que empurra suas vizinhas e assim por diante. O movimento do êmbolo para o sentido contrário proporciona uma redução da pressão do ar na região, puxando as moléculas para o mesmo sentido e assim por diante. O movimento do ar e as variações da pressão do ar se propagam para a direita ao longo do tubo na forma de um pulso (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

Se o êmbolo se desloca para a frente e para trás em um movimento harmônico simples, conforme a Figura 14, uma onda senoidal se propaga ao longo do tubo. Como o movimento das moléculas de ar é paralelo à direção de propagação. Da onda, este movimento é chamado de longitudinal, e dito que a onda que se propaga no ar é uma onda longitudinal, assim como a Figura 14 (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

Figura 14 – Representação de uma onda longitudinal.



Fonte: Yamamoto; Fuke (2016).

Tanto as ondas transversais como as ondas longitudinais são chamadas de ondas progressivas quando se propagam de um lugar a outro.

4.3 Comprimento de onda e Frequência

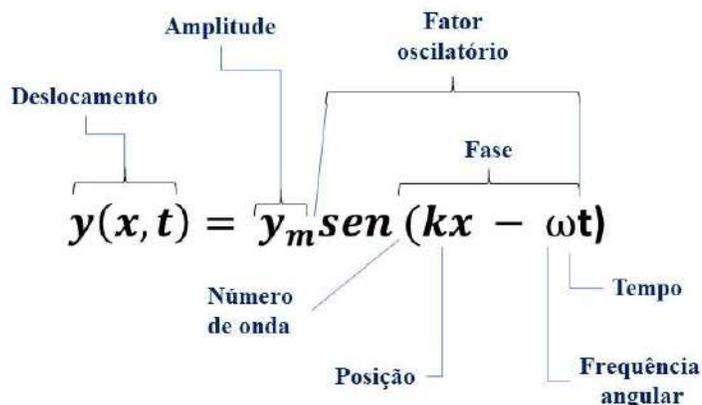
Para uma melhor compreensão de uma onda em uma corda, é necessária uma função que forneça a forma da onda. Para tal, é necessário realizar uma relação da forma $y = h(x, t)$, onde y é o deslocamento transversal de um elemento da corda e h é uma função do tempo t e da posição x do elemento na corda. Neste trabalho, será usado a função seno para descrever a forma senoidal da onda, conforme a Figura 12 (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

Sendo uma onda senoidal, conforme a Figura 12, se propagando no sentido positivo de um eixo x . Em uma corda, os elementos oscilam paralelamente ao eixo y . Em um tempo t , o deslocamento y de qualquer elemento da corda na posição x é obtido por,

$$y(x, t) = y_m \text{sen}(kx - \omega t) \quad \text{Eq. 01}$$

Conforme é apresentado na Figura 15, a Eq. 01 se propõe a encontrar o deslocamento da onda sobre o eixo x em função do tempo t através da relação entre a amplitude “ y_m ” com seu fator oscilatório, que é composto pelas grandezas posição x , frequência angular ω e o tempo t . Essas grandezas serão discutidas com maior ênfase posteriormente (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

Figura 15 - Nomes das grandezas da Eq. 01, para uma onda senoidal transversal.



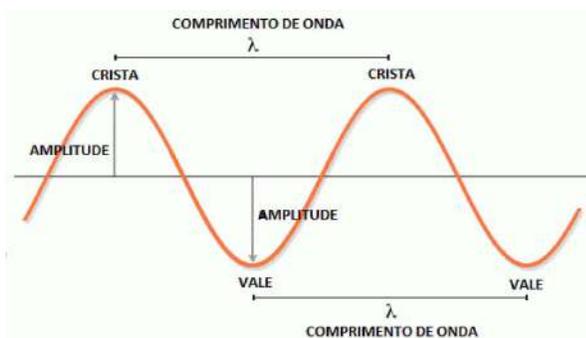
Fonte: Adaptado de Halliday, Resnick e Walker (2009).

4.3.1 Partes de uma onda

A **amplitude** y_m (o índice m significa máximo) de uma onda, conforme a Figura 16, é o módulo do deslocamento máximo dos elementos a partir da posição de equilíbrio quando a onda passa por eles. O y_m é um módulo, conforme a Eq. 01, é sempre uma grandeza positiva, mesmo que seja medido para baixo e não para cima (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

A **fase** da onda é o argumento $kx - \omega t$ do seno da Eq. 01. Quando a onda passa por um elemento da corda em uma certa posição x a fase varia linearmente com o tempo t . Isso significa que o seno também varia, oscilando entre $+1$ e -1 . O valor extremo positivo ($+1$) corresponde à passagem pelo elemento de **crista da onda**, que é o ponto mais alto da onda, conforme a Figura 16, esse ponto também é conhecido como pico. O valor extremo negativo (-1) corresponde à passagem pelo elemento de um **vale da onda**, nesse instante, o valor de y na posição x é $-y_m$, esse elemento também pode ser denominado como depressão. Assim, a função seno e a variação com o tempo da fase da onda correspondem à oscilação de um elemento da corda, e a amplitude da onda determina os extremos do deslocamento do elemento (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

Figura 16 – As partes de uma onda.



Fonte: <https://athoselectronics.com/wp-content/uploads/2019/08/comprimento-de-onda.gif>

Tomando como base em Halliday, Resnick e Walker (2009), na figura 16, é possível observar o **comprimento de onda**, simbolizado por λ , sendo a menor distância além da qual a onda se repete, podendo ser a distância entre cristas, por exemplo. Considerando um tempo $t = 0$, nesse momento a Eq. 01 será descrita da seguinte forma,

$$y(x, 0) = y_m \text{ sen } kx \quad \text{Eq. 02}$$

Por definição, o deslocamento y é o mesmo nas duas extremidades do comprimento de onda, ou seja, em $x = x_1$ e $x = x_1 + \lambda$. Dessa forma, de acordo com a Eq. 02,

$$\begin{aligned} y_m \operatorname{sen} kx &= y_m \operatorname{sen} k(x_1 + \lambda) \\ &= y_m \operatorname{sen} (kx_1 + k\lambda) \end{aligned} \quad \text{Eq. 03}$$

Uma função seno começa a se repetir quando o seu ângulo aumenta de 2π rad, assim a Eq. 03 deve ter $k\lambda = 2\pi$, ou

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad \text{Eq. 04}$$

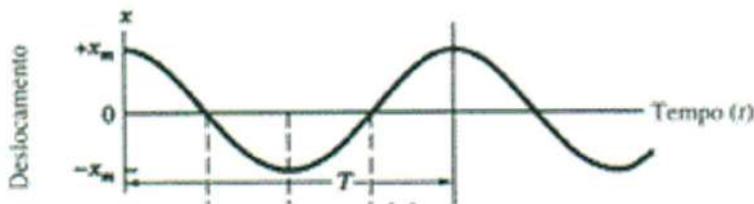
Deve-se observar que o parâmetro k é chamado de **número de onda** e sua unidade no SI é o radiano por metro, ou m^{-1} .

A Figura 17 apresenta um gráfico do deslocamento de y da Eq. 01 em função do tempo t em uma certa posição na corda, tomada como sendo $x = 0$. A corda realiza um movimento harmônico simples dado pela Eq. 01 com $x = 0$:

$$\begin{aligned} y(0, t) &= y_m \operatorname{sen} (-\omega t) \\ &= -y_m \operatorname{sen} \omega t \quad (x = 0) \end{aligned} \quad \text{Eq. 05}$$

onde é feito o uso do fato de que $\operatorname{sen} (-\alpha) = -\operatorname{sen} \alpha$ para qualquer valor de α . A Figura 17 é um gráfico dessa equação, mas não mostra a forma da onda (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

Figura 17 - Gráfico do deslocamento do elemento da corda situado em $x = 0$ em função do tempo.



Halliday, Resnick e Walker (2009) define o **período** T de oscilação de uma onda como o tempo que um elemento da corda leva para realizar uma oscilação completa. Um período típico está indicado no gráfico da Figura 17. Aplicando a Eq. 5 às extremidades desse intervalo de tempo e igualando os resultados, obtemos:

$$\begin{aligned} -y_m \operatorname{sen} \omega t_1 &= -y_m \operatorname{sen} \omega(t_1 + T) \\ &= -y_m \operatorname{sen} (\omega t_1 + \omega T) \end{aligned} \quad \text{Eq. 06}$$

Esta equação é satisfeita apenas se $\omega T = 2\pi$, ou

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (\text{frequência angular}) \quad \text{Eq. 07}$$

O parâmetro ω é chamado de **frequência angular** da onda, tendo como unidade do SI o radiando por segundo.

A **frequência** f de uma é definida como $\frac{1}{T}$ e está relacionada a frequência angular ω através da equação,

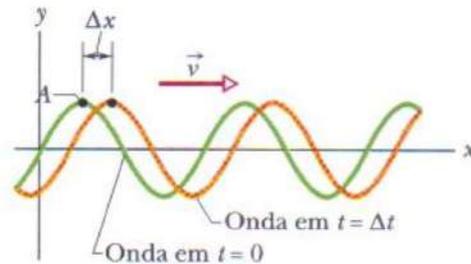
$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} \quad (\text{frequência}) \quad \text{Eq. 08}$$

Assim como a frequência de um oscilador harmônico simples, a frequência f é o número de oscilações por unidade de tempo, nessa abordagem, o número de oscilações realizadas por um elemento da corda, sendo mediada em hertz.

4.4 A velocidade de uma onda

A figura 18, apresenta dois instantâneos de uma onda da Eq. 01, que são separados por um intervalo de tempo igual a Δt . A propagação da onda é realizada no sentido positivo de x (para a direita da Figura 18), com toda forma de onda se deslocando de uma distância Δx nessa direção durante o intervalo Δt . A razão $\Delta x/\Delta t$ é a **velocidade** v da onda (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

Figura 18 – Dois instantâneos de uma onda quanto $t = 0$ e $t = \Delta t$.



Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2009).

Halliday, Resnick e Walker (2009) indica que o cálculo da velocidade da onda da Figura 18, quando a mesma se move, cada ponto da forma de onda como o ponto A assinalado em um dos picos, conservando seu deslocamento y . Se o ponto A conserva seu deslocamento quando se move a fase da Eq. 01, que determina esse deslocamento, deve permanecer constante:

$$kx - \omega t = \text{constante} \quad \text{Eq. 09}$$

Na Eq. 09, o argumento se mantém constante, mas x e t estão variando, de forma que quando o t aumenta, o x também deve variar para que o argumento se mantenha constante, por isso a onda se move no sentido positivo de x .

A velocidade v da onda é determinada através da derivação da Eq. 09 em relação do tempo, obtendo

$$k \frac{dx}{dt} - \omega = 0$$

ou

$$\frac{dx}{dt} = v = \frac{\omega}{k} \quad \text{Eq. 10}$$

Usando a Eq. 04 e a Eq. 07 é possível escrever a velocidade da onda na forma,

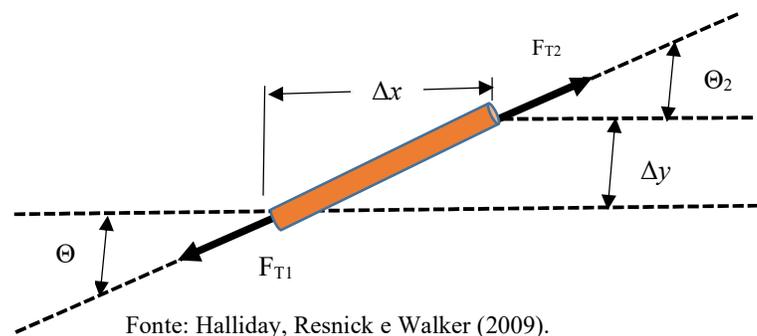
$$v = \frac{\omega}{k} = \frac{\lambda}{T} = \lambda f \quad (\text{velocidade da onda}) \quad \text{Eq. 11}$$

A equação $v = \lambda/T$ informa que a velocidade da onda é igual a um comprimento de onda por período, de forma que a onda se desloca de uma distância igual a um comprimento de onda em um período de oscilação (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

4.5 A equação da onda

Conforme indica Tipler e Mosca (2016), através da aplicação da segunda lei de Newton sobre um segmento de corda, que é apresentado na Figura 19, para deduzir uma equação diferencial conhecida como equação de onda.

Figura 19 – Segmento de corda tensionada, usado para dedução da equação da onda.



Considerando os ângulos θ_1 e θ_2 como pequenos e que o comprimento do segmento de corda seja igual a Δx e sua massa $m = \mu \Delta x$, sendo μ é a massa por comprimento unitário da corda. A força horizontal é zero. Isto é,

$$\Sigma F_x = F_{T2} \cos \theta_2 - F_{T1} \cos \theta_1 = 0$$

onde θ_2 e θ_1 são os ângulos mostrados e F_T é a tração na corda. Sendo os ângulos pequenos, é possível aproximar $\cos \theta$ por 1, para cada ângulo. Assim, a força horizontal resultante sobre o segmento pode ser escrita como

$$\Sigma F_x = F_{T2} - F_{T1} = 0$$

Então,

$$F_{T2} = F_{T1} = 0$$

O segmento se move verticalmente e a força resultante nesta direção é

$$\Sigma F_y = F_T \text{sen } \theta_2 - F_T \text{sen } \theta_1$$

Conforme Halliday, Resnick e Walker (2009), os ângulos são considerados como pequenos, é possível aproximar $\text{sen } \theta$ por $\tan \theta$, para cada ângulo. Assim, a força vertical resultante sobre o segmento de corda pode ser escrita como

$$\Sigma F_y = F_T (\text{sen } \theta_2 - \text{sen } \theta_1) \approx F_T (\tan \theta_2 - \tan \theta_1)$$

A tangente do ângulo formado pela corda com a horizontal é a inclinação da linha tangente à corda. A inclinação S é a primeira derivada de $y(x,t)$ em relação a x , para t constante. Uma derivada de uma função de duas variáveis, em relação a uma delas, a outra variável sendo mantida constante, é chamada de **derivada parcial**. A derivada parcial de y em relação a x é escrita $\partial y / \partial x$ (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009). Assim, temos

$$S = \tan \theta = \frac{\partial y}{\partial x}$$

Logo,

$$\Sigma F_y = F_T (S_2 - S_1) = F_T \Delta S$$

onde S_1 e S_2 são as inclinações das duas extremidades do segmento de corda e ΔS é a variação da inclinação. Fazendo esta força resultante igual à massa $\mu \Delta x$ vezes a aceleração $\partial^2 y / \partial t^2$, fica

$$F_T \Delta S = \mu \Delta x \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \quad \text{ou} \quad F_T \frac{\Delta S}{\Delta x} = \mu \Delta x \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \quad \text{Eq. 12}$$

No limite $\Delta x \rightarrow 0$, temos

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta x} = \frac{\partial S}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial y}{\partial x} = \frac{\partial^2 y}{\partial x^2}$$

Então, no limite $\Delta x \rightarrow 0$, a Eq. 12 se torna

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{\mu}{F_T} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \quad \text{Eq. 13a}$$

A Eq. 13a é a **equação da onda** para uma corda esticada.

É mostrado, agora, que a equação da onda é satisfeita por qualquer função de $x - vt$.
Seja $\alpha = x - vt$ e considere qualquer função de onda

$$y = y(x - vt) = y(\alpha)$$

Usando y' para a derivada de y em relação a α . Então, pela regra da cadeia para derivadas,

$$\frac{\partial y}{\partial x} = \frac{dy}{d\alpha} \frac{\partial \alpha}{\partial x} = y' \frac{\partial \alpha}{\partial x} \quad \text{e} \quad \frac{\partial y}{\partial t} = \frac{dy}{d\alpha} \frac{\partial \alpha}{\partial t} = y' \frac{\partial \alpha}{\partial t}$$

Como

$$\frac{\partial \alpha}{\partial x} = \frac{\partial(x-vt)}{\partial x} = 1 \quad \text{e} \quad \frac{\partial \alpha}{\partial t} = \frac{\partial(x-vt)}{\partial t} = -v$$

temos

$$\frac{\partial y}{\partial x} = y' \quad \text{e} \quad \frac{\partial y}{\partial t} = -vy'$$

Tomando a segunda derivada, obtemos

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = y'' \quad \text{e} \quad \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = -v \frac{\partial y'}{\partial t} = -v \frac{dy'}{d\alpha} \frac{\partial \alpha}{\partial t} = +v^2 y''$$

Então,

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \quad (\text{Equação da onda}) \quad \text{Eq. 13b}$$

Tipler e Mosca (2016), informa que a Eq. 13b também pode ser obtida para qualquer função de $x + vt$. Comparando as Eq. 13a e 13b, observa-se que a rapidez de propagação da onda é

$$v = \sqrt{F_T/\mu}, \quad \text{Eq. 14}$$

4.6 O princípio da superposição para ondas

Conforme apresentam Halliday, Resnick e Walker (2009), corriqueiramente duas ou mais ondas podem passar simultaneamente por uma mesma região, nas mais diversas situações, como em uma feira, onde há muitas pessoas reunidas, ou em um show musical, onde vários instrumentos são manuseados, promovendo a chegada de inúmeras ondas aos ouvidos dos que ali estão.

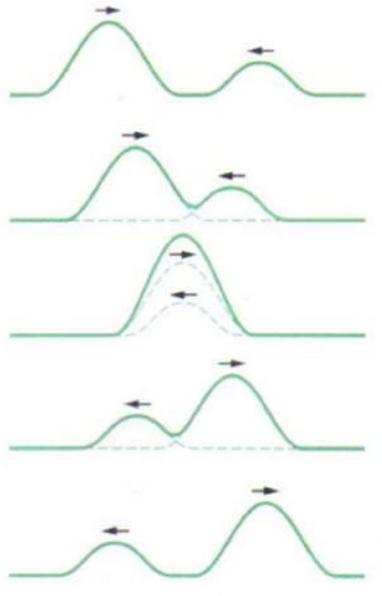
Supondo que duas ondas se propagem simultaneamente na mesma corda, sendo que a mesma está esticada. Sejam $y_1(x, t)$ e $y_2(x, t)$ os deslocamentos que a corda sofreria se cada onda se propagasse sozinha. O deslocamento da corda quando as ondas se propagam ao mesmo tempo é então a soma algébrica

$$y'(x,t) = y_1(x, t) + y_2(x, t) \quad \text{Eq. 15}$$

A soma desses deslocamentos significa que ondas superpostas se somam algebricamente para produzir uma **onda resultante** ou **onda total**. Observa-se, então, outro exemplo do **princípio de superposição**, segundo o qual, quando vários efeitos ocorrem simultaneamente o efeito total é a soma dos efeitos individuais (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

A figura 20 apresenta uma sequência de instantâneos de dois pulsos que se propagam em sentidos opostos na mesma corda esticada, assim, quando os pulsos se superpõem o pulso resultante é a soma dos dois pulsos. É importante salientar que, cada pulso passa pelo outro como se ele não estivesse, já que *as ondas superpostas não se afetam mutuamente* (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

Figura 20 - Uma série de instantâneos que mostra dois pulsos se propagando em sentidos oposta em uma corda esticada.



Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2009).

4.7 Interferência de ondas

Halliday, Resnick e Walker (2009), propõem que ao produzirmos duas ondas senoidais de mesmo comprimento de onda e amplitude que se propagam no mesmo sentido em uma corda. O princípio da superposição pode ser usado. Que forma tem a onda resultante?

Para Halliday, Resnick e Walker (2009) a forma da onda resultante depende da fase relativa das duas ondas. Se as ondas estão exatamente em fase (ou seja, se os picos e os vales de uma estão exatamente alinhados com os da outra), o deslocamento total a cada instante é o dobro do deslocamento que seria produzido por apenas uma das ondas. Se estão totalmente defasadas (ou seja, se os picos de uma estão exatamente alinhados com os vales da outra), elas se cancelam mutuamente e o deslocamento é zero; a corda permanece parada. O fenômeno de combinação de ondas recebe o nome de interferência, e dizemos que as ondas interferem entre si (o termo se refere apenas aos deslocamentos; a propagação das ondas não é afetada).

Suponha que uma das ondas que se propagam em uma corda é dada por

$$y_1(x, t) = y_m \text{sen}(kx - \omega t)$$

Eq. 16

e que uma outra, deslocada em relação à primeira, é dada por

$$y_1(x, t) = y_m \text{sen}(kx - \omega t + \phi) \quad \text{Eq. 17}$$

Essas ondas apresentam características em comum, como a frequência angular ω , e assim a mesma frequência f , o número de onda k , o que permite entender que possuem também o mesmo comprimento de onda λ , além de terem a mesma amplitude y_m . A propagação das ondas ocorre no sentido positivo do eixo x , velocidade igual, mas as ondas divergem quanto ao ângulo constante ϕ , denominada constante de fase, o que permite compreender que estas estão com uma defasagem igual a ϕ (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

Segundo o princípio de superposição, conforme a Eq. 15, a onda resultante é a soma algébrica das duas ondas e tem um deslocamento

$$\begin{aligned} y'(x, t) &= y_1(x, t) + y_2(x, t) \\ &= y_m \text{sen}(kx - \omega t) + y_m \text{sen}(kx - \omega t + \phi) \end{aligned} \quad \text{Eq. 18}$$

Sendo a soma dos senos de dois ângulos α e β obedecem a identidade

$$\text{sen } \alpha + \text{sen } \beta = 2 \text{sen } \frac{1}{2}(\alpha + \beta) \cos \frac{1}{2}(\alpha - \beta) \quad \text{Eq. 19}$$

Aplicando essa relação trigonométrica a Eq. 18

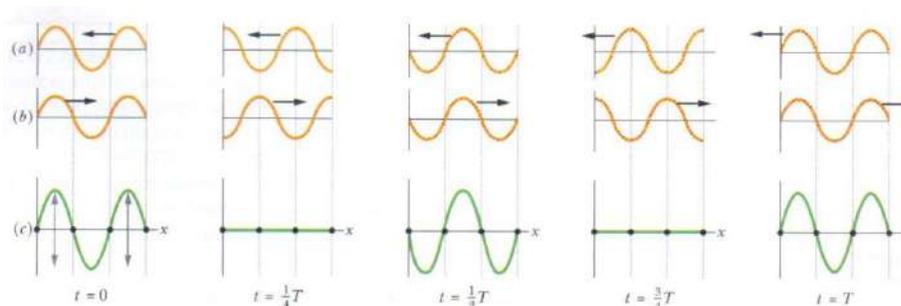
$$y'(x, t) = \left[2y_m \cos \frac{1}{2}\phi \right] \text{sen} \left(kx - \omega t + \frac{1}{2}\phi \right) \quad \text{Eq. 20}$$

A onda resultante também é uma onda senoidal que se propaga no sentido positivo de x , sendo está a única onda que se pode ver na corda. As ondas das Eq. 16 e 17 não podem ser vistas. Assim se “duas ondas senoidais de mesma amplitude e comprimento de onda se propagam no mesmo sentido em uma corda, elas interferem para produzir uma onda resultante senoidal que se propaga nesse sentido” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009, p. 130).

4.8 Ondas estacionárias

Segundo Halliday, Resnick e Walker, (2009), durante o estudo sobre interferências das ondas, é considerado duas ondas senoidais de mesmo comprimento de onda e mesma amplitude que se propagam no mesmo sentido em uma corda. Neste tópico, será considerado a propagação de duas ondas em sentidos opostos, conforme a Figura 21, aplicando ainda o princípio da superposição.

Figura 21 – Duas ondas senoidais de mesmo comprimento de onda e mesma amplitude, se propagando em sentido contrário em uma corda.



Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2009).

A figura 21 mostra as duas ondas que se propagam em sentidos opostos, onda *a* para esquerda e onda *b* para a direita, e a onda *c* que apresenta o resultado gráfico do princípio da superposição de ondas. A região que permanece imóvel, é chamada de **nó**, sendo representados quatro nós na onda *c* da Figura 21. Entre os nós, estão os **antinós**, sendo estes os pontos onde a amplitude da onda resultante é máxima. A onda *c*, da Figura 21, representa uma **onda estacionária**, já que sua forma de onda não apresenta movimento para qualquer um dos lados, seja esquerda ou direita, e seus máximos e mínimos não varia com o tempo (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

Conforme Halliday, Resnick e Walker (2009) “se duas ondas senoidais de mesma amplitude e mesmo comprimento de onda se propagam em sentidos opostos em uma corda, a interferência mútua produz uma onda estacionária.”

Uma onda estacionária pode ser analisada através das equações que representam as duas ondas

$$y_1(x, t) = y_m \sin(kx - \omega t) \quad \text{Eq. 21}$$

e

$$y_2(x, t) = y_m \sin(kx + \omega t) \quad \text{Eq. 22}$$

De acordo com o princípio de superposição, a onda resultante é dada por

$$y'(x,t) = y_1(x,t) + y_2(x,t) = y_m \sin(kx - \omega t) + y_m \sin(kx + \omega t)$$

Aplicando a relação trigonométrica da Eq. 19, obtem-se

$$y'(x,t) = [2y_m \sin kx] \cos \omega t \quad \text{Eq. 20}$$

A Eq. 20 descreve uma onda estacionária produzida pela interferência de duas ondas senoidais de mesma amplitude e mesmo comprimento de onda que se propagam em sentidos opostos (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

4.9 Ondas estacionárias e Ressonância

Considerando uma corda esticada, como a de um violão, no qual são produzidas uma onda senoidal contínua de uma certa frequência que se propaga, nesse exemplo será considerada a propagação para a direita. Ao chegar à extremidade direita, a onda é refletida e começa a se propagar para o sentido contrário, a esquerda, e a mesma onda encontrará a onda que ainda se propaga para a direita (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

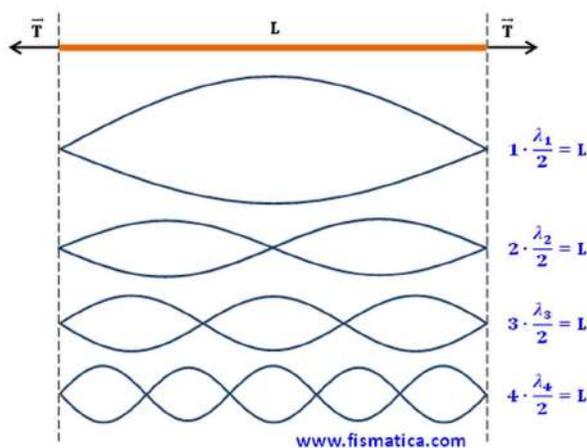
A onda que se propaga para a esquerda chega à extremidade esquerda é refletida mais uma vez, e a nova onda refletida começa a se propagar para a direita, encontrando as ondas que se propagam para a esquerda e para a direita, ocasionando muitas ondas superpostas que interferem entre si (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

Em certas frequências a interferência produz uma onda estacionária (ou **modo de oscilação**) com nós e grandes antinós. Essa onda estacionária é gerada quando existe **ressonância**, e que a corda ressoa nessas frequências, conhecidas como **frequências de ressonância** (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

Se a corda é excitada em uma frequência que não é uma das frequências de ressonância não se forma uma onda estacionária. Em casos assim, entende-se que a interferência das ondas que se propagam para a esquerda com as que se propagam para a direita resulta em pequenas (talvez imperceptíveis) oscilações na corda (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

Supondo que uma corda que tem suas extremidade fixadas, conforme apresenta a Figura 22, e separadas por uma distância L , para obter expressões para as frequências de ressonância da corda basta observar que deve existir um nó em cada extremidade, pois as extremidades são fixas e não podem oscilar. Observa-se que o comprimento L da corda é igual a meio comprimento de onda. Assim, para essa configuração $\lambda/2 = L$. Essa condição nos diz que para que as ondas que se propagam para a esquerda e para a direita produzam essa configuração por meio de interferência devem ter um comprimento de onda $\lambda = 2L$ (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

Figura 22 – Corda esticada com suas extremidades fixas separadas por uma distância L .



Fonte: Fismatica (2020).

Verifica-se que, uma onda estacionária pode ser excitada em uma corda de comprimento L por uma onda cujo comprimento de onda satisfaz a condição

$$\lambda = \frac{2L}{n}, \quad \text{para } n = 1, 2, 3, \dots \quad \text{Eq. 21}$$

As frequências de ressonância que correspondem a esses comprimentos de onda podem ser calculadas usando a Eq. 11

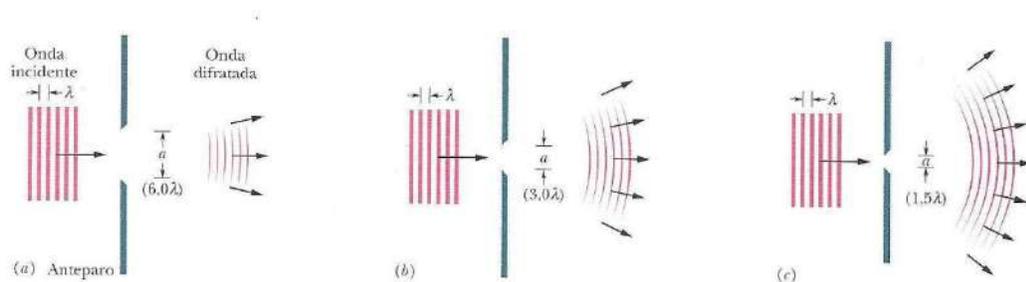
$$f = \frac{v}{\lambda} = n \frac{v}{2L}, \quad \text{para } n = 1, 2, 3, \dots \quad \text{Eq. 22}$$

Conforme Halliday, Resnick e Walker (2009), a Eq. 22 permite observar que as frequências de ressonância são múltiplos inteiros da menor frequência de ressonância, correspondente a $n = 1$, onde v é a velocidade das ondas progressivas na corda.

4.10 Difração

Como já foi dito, baseado em Halliday, Resnick e Walker (2009), a luz é uma onda eletromagnética, fato esse comprovado experimentalmente no início do século XIX, pelo inglês Thomas Young (1773 – 1829), sendo que, para essa compreensão ser realizada, é necessário conhecer o conceito de difração de uma onda. Quando uma onda encontra um obstáculo que possui uma abertura de dimensões comparáveis ao comprimento de onda, a parte da onda que passa pela abertura se alarga, é difratada, na região que fica do outro lado do obstáculo. Esse alargamento ocorre de acordo com o princípio de Huygens. A difração não está limitada apenas às ondas luminosas, mas pode ocorrer como ondas de todos os tipos.

Figura 23 – Difração de uma onda.



Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2009).

A Figura 23 apresenta um esquema de como ocorre a difração para uma onda plana incidente de comprimento de onda λ encontrando uma fenda de largura $a = 6,0 \lambda$ em um anteparo perpendicular ao plano do papel. Depois de atravessar a fenda, a onda se alarga. Na sequência, é ilustrado a principal propriedade da difração, **quanto mais estreita a fenda, maior a difração** (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

Percebe-se que a difração representa uma limitação para a óptica geométrica, na qual as ondas eletromagnéticas são representadas por raios. Quando é tentado formar um raio fazendo passar a luz por uma fenda estreita ou por uma série de fendas estreitas a difração frustra os esforços realizados, fazendo a luz se espalhar (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2009), o que é ocorre, é que quanto mais reduzido a largura da fenda, objetivando-se produzir um feixe mais estreita, maior é o alargamento causado pela difração. Dessa forma, a óptica geométrica só é válida quando as fendas ou outras aberturas que a luz atravessa não têm dimensões da mesma ordem ou menores que o comprimento de onda da luz.

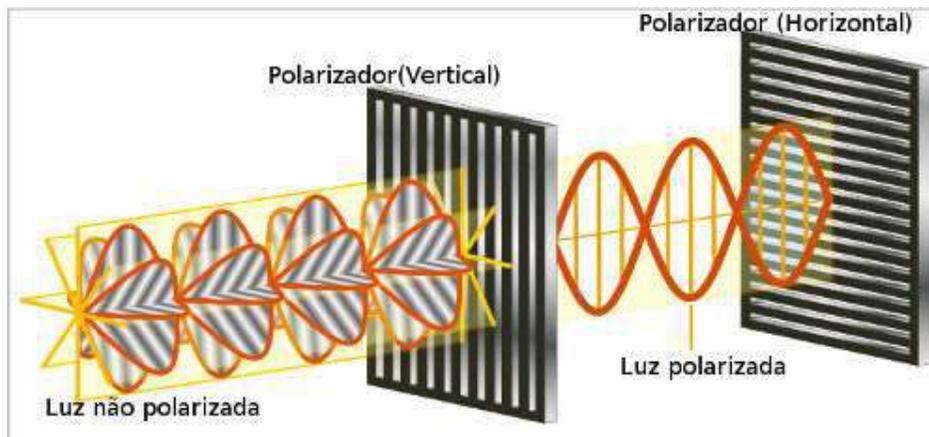
4.11 Polarização

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2009), as antenas de televisão inglesas são orientadas na vertical, e as americanas são orientadas na horizontal, tal diferença é motivada devido a direção de oscilação das ondas eletromagnéticas que transportam o sinal de televisão. Essa orientação das antenas é devido a polarização das ondas, no caso da Inglaterra, o campo elétrico oscila na vertical, onde esse campo elétrico das ondas de televisão produzem uma corrente na antena, fornecendo um sinal ao receptor da televisão, de forma que a antena esteja na vertical. Nos Estados Unidos, assim como no Brasil, as ondas de televisão são polarizadas horizontalmente.

As ondas eletromagnéticas geradas por um canal de televisão têm sempre a mesma polarização, mas as ondas eletromagnéticas emitidas por uma fonte de luz comum, como a do Sol ou de uma lâmpada elétrica, são polarizadas aleatoriamente ou não polarizadas, termos esses que possuem o mesmo significado. Isso significa que a direção do campo elétrico muda aleatoriamente com o tempo, embora se mantenha perpendicular à direção de propagação da onda (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

É possível transformar a luz não-polarizada em polarizada fazendo-a passar por um filtro polarizador, como mostra a Figura 24. Esses filtros, conhecidos comercialmente como filtros Polaroid, que foram inventados em 1932 por Edwin Land quando era um estudante universitário. Esse filtro polarizador é uma folha de plástico que contém moléculas longas. Durante o processo de fabricação a folha é esticada, o que faz com que as moléculas se alinhem, assim, quando a luz passa pela folha é esticada, o que faz com que as moléculas se alinhem. Quando a luz passa pela folha, as componentes do campo elétrico paralelas as moléculas conseguem atravessá-la, mas as componentes perpendiculares às moléculas são absorvidas e desaparecem (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

Figura 24 – Onda eletromagnética sendo polarizada.



Fonte: Brasil Escola (2020).

Ao contrário de examinar o comportamento individual das moléculas é possível atribuir ao filtro como um todo uma direção de polarização, a direção que o componente do campo elétrico deve ter para atravessar o filtro, onde a componente do campo elétrico paralela à direção de polarização é transmitida por um filtro polarizador, assim a componente perpendicular é absorvida. O campo elétrico da luz que sai de um filtro polarizador contém apenas a componente paralela à direção de polarização do filtro, o que significa que a luz está polarizada nessa direção (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

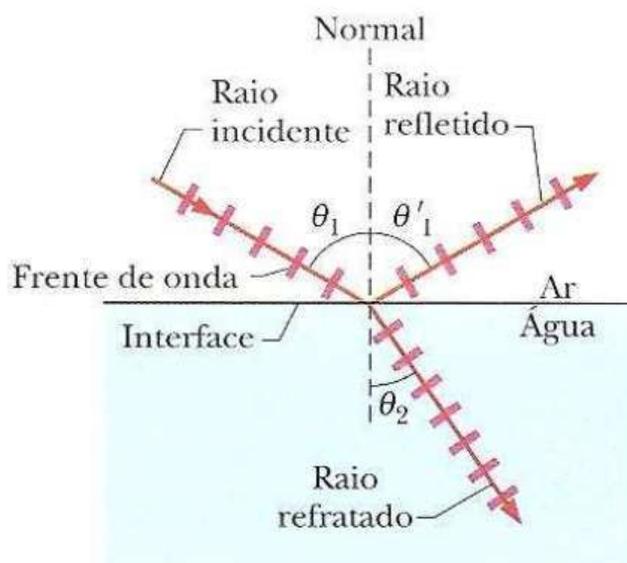
4.12 Reflexão e Refração

Conforme Halliday, Resnick e Walker (2009), as ondas luminosas se espalham ao se afastar de uma fonte, a hipótese de que a luz se propaga em linha reta, constitui frequentemente uma boa aproximação. A óptica geométrica é responsável pelo estudo das propriedades das ondas luminosas usando essa aproximação.

Um feixe luminoso estreito, o feixe incidente, proveniente da esquerda e que se propaga no ar, encontra uma superfície plana de água. Parte da luz é **refletida** pela superfície, conforme é mostrado na Figura 25, formando um feixe que se propaga para cima e para a direita, como se o feixe original tivesse ricocheteado na superfície. O resto da luz penetra na água, formando um feixe que se propaga para baixo e para a direita. Como a luz pode se propagar na água, é dito que a água é transparente. Existem ainda os meios translúcidos e os opacos, mas aqui será

tratado apenas os meios transparentes para se analisar o comportamento das ondas luminosas (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

Figura 25 – Representação dos raios refletidos e raios refratado.



Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2009).

A Figura 25 também apresenta a passagem da luz por uma superfície, ou interface, que separa dois meios diferentes, esse fenômeno é conhecido por refração. A menos que o raio incidente seja perpendicular à interface, a refração muda a direção de propagação da luz. A mudança de direção ocorre apenas na interface, após a passagem pela superfície, a luz se propaga em linha reta, como no ar (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

Os feixes luminosos, ondas eletromagnéticas, que são representados na Figura 25, por um raio incidente, um raio refletido e um raio refratado, além das frentes de onda associadas. A orientação desses raios é medida em relação a uma direção, conhecida como normal, que é perpendicular à interface no ponto em que ocorrem a reflexão e a refração. O ângulo de incidência é θ_1 , o ângulo de reflexão é θ'_1 e o ângulo de refração é θ_2 , todos medidos em relação à normal. O plano que contém o raio incidente e a normal é o plano de incidência, que é o plano do papel na Figura 25 (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

Tanto a reflexão e a refração obedecem às leis resultantes de experimentos, sendo elas:

Lei da refração: o raio refletido está no plano de incidência e tem um ângulo de reflexão igual ao ângulo de incidência, conforme a Equação 23,

$$\theta'_1 = \theta_1 \quad (\text{reflexão}) \quad \text{Eq. 23}$$

Lei da refração: O raio refratado está no plano de incidência e tem um ângulo de refração θ_2 que está relacionado ao ângulo de incidência θ_1 através da equação 24

$$n_2 \sin \theta_2 = n_1 \sin \theta_1 \quad (\text{refração}) \quad \text{Eq. 24}$$

tanto n_1 como n_2 são constantes adimensionais, denominadas **índices de refração**, que dependem do meio onde a luz está se propagando. A Eq. 24, é conhecida como **lei de Snell** (HALLIDAY, RESNICK; WALKER, 2009).

Considerando que a fundamentação teórica tenha sido abordada, se faz necessário apresentar na próxima seção todo o percurso metodológico utilizado para solidificar esse trabalho.

5 METODOLOGIA

Partindo do entendimento de que metodologia é “[...] o caminho do pensamento e a prática exercida na abordagem da realidade”, como afirma Minayo (1994), e que, em sua origem grega, a palavra *método* é o resultado da aglutinação dos termos *met*, que denota “através de” e *odos* que remete a “caminho”, significando assim, através de um caminho, percurso realizado.

Assim, nesta seção, será apresentado o percurso metodológico desenvolvido neste estudo e para uma melhor organização, a seção foi subdividida em cinco subseções, a saber: caracterização da pesquisa, campo empírico da pesquisa, sujeitos da pesquisa, técnicas e instrumentos de produção de dados, o processo de produção de dados e por fim, os procedimentos de análise de dados.

5.1 Caracterização da pesquisa

Para a realização desta pesquisa, por se considerar o problema e os objetivos já apresentados, optou-se por uma pesquisa de campo de abordagem qualitativa e explicativa. De campo, por corroborar com o pensamento de Fiorentini e Lorenzato (2012, p. 16), pois para esses autores nesse tipo de pesquisa, “a coleta de dados é realizada diretamente no local em que o problema ou fenômeno acontece e pode dar-se por amostragem entrevista, observação participante, pesquisa-ação, aplicação de questionário, teste etc”.

Por sua vez, é de abordagem qualitativa e explicativa por ser tratar de um estudo que busca explicar a complexidade de determinado problema, sendo necessário compreender e classificar os processos dinâmicos vividos nos grupos, contribuir no processo de mudança, possibilitando o entendimento das mais variadas particularidades dos indivíduos, como defendido por Diehl (2008). Especificamente sobre esse estudo, buscou-se analisar as possibilidades de mediação de jogo eletrônico, produzido a partir do *Scratch*, na apropriação de conceitos da Ondulatória no Ensino Médio.

Richardson (2010), considera que a pesquisa qualitativa procura compreender os significados e as características de forma mais detalhada, analisando as situações apresentadas durante a pesquisa. Quanto a uma pesquisa explicativa, Gil (2008) compreende que as mesmas tem como objetivo determinar pontos que possibilitam a ocorrência dos fenômenos analisados, aprofundando o entendimento daquela realidade e extraindo as causas, apresentando um perfil

de pesquisa mais delicado. Severino (2017), complementa que isso pode ser alcançado através utilização do método experimental/matemático, ou por meio da interpretação em conjunto de métodos qualitativos

Para Vigotski (2007), a experimentação, tem em sua essência realizar estudos de maneira artificial, controlando suas variáveis e ao estudar as mudanças que possam vir a ocorrer em detrimento dos estímulos realizados, mas o autor ressalta que as funções psicológicas superiores não admitem tal método. O autor entende que faz parte da espécie humana o seu desenvolvimento psicológico, tendo como base uma abordagem dialética da análise histórica humana e deve ser compreendido dessa maneira.

Ao citar Lewin (1935), enquanto confronta o método explicativo com método descritivo, Vigotski (2007) relata que a descrição pode não ser suficiente para compreender um estudo, de forma que, já que tem como foco analisar características externas, enquanto o método explicativo, ao realizar uma análise genotípica, procura esclarecer algo com base nas suas origens, sendo assim mais aprofundado.

5.2 Campo empírico da pesquisa

O campo de pesquisa no qual a pesquisa foi realizada é uma escola pública - Centro de Ensino em Tempo Integral (CETI) Didácio Silva -, pertencente à rede estadual da Secretaria de Estado da Educação do Piauí (SEDUC), foi fundado no ano de 1987 e está localizada no Conjunto Dirceu Arcoverde II na região Sudeste da cidade de Teresina, conforme a Figura 26.

Figura 26 – Entrada de estudantes ao CETI Didácio Silva.



Fonte: Arquivos do autor.

Didácio Silva foi professor de história do antigo Colégio Estadual Zacarias de Góis, atualmente conhecido como CETI Liceu Piauiense. Formado inicialmente em Direito, nunca exerceu a carreira jurídica. Formou-se em História e sendo considerado como o melhor professor dessa disciplina nas décadas de 60/70, nas principais escolas públicas e particulares da capital piauiense.

A comunidade considera a instituição como referência no ensino público, devido a boa estrutura física, corpo docente qualificado, uma gestão comprometida, além dos bons resultados obtidos por seus alunos egressos no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), o que possibilita aos mesmos o ingresso em cursos da Educação Superior de grande respaldo perante a sociedade, o que justifica a escolha dessa escola como opção para aplicação do produto educacional, além de ser o local de trabalho do pesquisador, iniciado no respectivo ano de aplicação do produto educacional.

Sendo essa, uma escola tida como referência, a mesma acaba chamando atenção para si, não apenas para pais e alunos, mas também de outros órgãos e instituições tanto públicas como privadas, gerando uma participação constante em inúmeras atividades e projetos de extensão de IES públicas e privadas, além de ser utilizada como escola piloto para outros projetos, como o da implementação da BNCC no estado. É recorrente a realização de palestras sobre temas de interesse da comunidade estudantil, ministradas por profissionais capacitados, através da iniciativa da equipe escolar ou realizadas voluntariamente por outros órgãos, como Organizações não Governamentais.

O ano de 2019 para o CETI Didácio Silva, foi um ano atípico, já que houve um aumento de aproximadamente 25% em sua quantidade de estudantes matriculados, já que no ano anterior, em 2018, o CETI teve 526 alunos matriculados, distribuídos em 11 turmas e no ano 2019 foram 705 matrículas realizadas, ano letivo em que ocorreu a aplicação do produto educacional. Devido à grande quantidade de estudantes, o CETI se tornou a escola de tempo integral com o maior número de estudantes matriculados em todo o Estado do Piauí, distribuídos em 17 turmas do Ensino Médio, sendo: 07 da primeira série, 05 da segunda série e 05 da terceira série.

Mesmo sendo uma escola que compõe a rede estadual de educação, o ingresso de novos estudantes é realizado a partir de processo seletivo que ocorre por meio de uma prova contendo questões de múltipla escolha e que aborda, em nível básico, conteúdos de Língua Portuguesa e Matemática, além da produção de um redação, o que permite o ingresso, anualmente, de 120 estudantes a 1ª série do Ensino Médio, para a composição de 04 turmas. Esse processo seletivo

é motivado por uma grande procura da comunidade, contemplando estudantes oriundos tanto da rede pública e privada da cidade de Teresina, como de outros municípios. Conforme informações da direção, anualmente são inscritos, em média, 700 alunos, para concorrer a uma das 120 vagas, apresentando assim uma concorrência aproximada de 5,8 candidatos por vaga.

Como já mencionado anteriormente, em 2019, foram formadas 07 turmas da 1ª série, três turmas a mais que o convencional, assim como o aumento de uma turma tanto para a 2ª série, como para a 3ª série. O acréscimo dessas turmas ocorreu após o surgimento de uma proposta realizada pela SEDUC para transferir as atividades do CETI para uma escola que possuía uma menor procura da comunidade, mas em contrapartida possuía uma melhor estrutura física, apresenta um maior número de salas de aula, 20 salas no total.

Dessa forma, a proposta inicial permitiria a possibilidade de acolher perfeitamente o número de estudantes habitual da escola, além de mais algum incremento numérico de estudantes que viesse surgir, o que acabou por gerar as 17 turmas, enquanto o prédio antigo passaria por uma reforma estrutural, prevista para iniciar no ano em questão. A reforma consistiria na ampliação do número de salas, com a construção de três novas salas, além da construção de um auditório e a verticalização do prédio. A reforma anterior realizada no CETI Didácio Silva é datada de 2013, quando o prédio vizinho, que abrigava uma creche foi demolido para a construção de um refeitório de 80 m².

Devido a problemas financeiros, não foi possível realizar reformas mínimas para que possibilitasse a transferência dos 705 alunos matriculados para o anexo, havendo a necessidade de gerar adaptações na estrutura antiga do CETI e assim comportar todas as turmas, comprometendo o laboratório de informática, a sala de professores, a biblioteca e o refeitório, que perdeu um quarto de sua área, para a construção de duas salas de aula com aproximadamente 10 m² cada uma. A princípio, conforme a direção, se houver a realização da reforma estrutural, as duas salas podem se tornar laboratórios de ensino.

Apesar da escola está inserida em uma comunidade que faz parte do bairro mais populoso da cidade, a mesma ainda atende à necessidade de estudantes oriundos de todas as quatro regiões da cidade e, como mencionado anteriormente, de cidades vizinhas. Há ainda aqueles que residem no campo/zona rural da capital e deslocam aproximadamente 25 km para chegar ao CETI, deslocamento que é realizado através de ônibus escolar, além daqueles estudantes que residem em cidades vizinhas, que constituem a região conhecida como Grande Teresina, sendo elas: Altos, situada a 41,4 km do centro de Teresina e Timon, cidade localizada no estado vizinho Maranhão, e está acerca de 15 km do CETI. Conforme descrito mais adiante,

existem estudantes de cidades do interior, que residem na capital para cursar o Ensino Médio especificamente no CETI Didácio Silva.

A equipe de trabalho é composta pelo corpo técnico e administrativo da escola é constituído de uma diretora, duas coordenadoras pedagógicas. A equipe docente, entre efetivos e substitutos, é composta por, 52 professores(as), graduados, especialistas e mestres. A escola tem uma interprete da Língua Brasileira de Sinais, que acompanha uma estudante deficiente auditiva. Essa escola conta com um quadro de pessoal formado por auxiliar financeiro, uma secretaria, seis auxiliares de secretaria, quatro agentes de portaria, uma merendeira, quatro auxiliares de serviços, seis auxiliares de administração e cinco apoios.

A escola é se destaca de várias maneiras, se tornando referência a nível estadual e nacional, sendo vencedora do Prémio Gestão Escolar no ano de 2015, que vem a ser seu prêmio de maior destaque devido a amplitude nacional da disputa. A nível estadual, a escola tem destaque a nível cultural, vencendo concursos de Quadrilhas Juninas Escolares e realizando a mais de uma década o evento cultural Didácio Arte, que mobiliza toda a comunidade no qual a escola está inserida. Outro destaque relevante, é a grande quantidade de estudantes que atingem valores entre 900 e 980 pontos na redação do ENEM, tendo 50 estudantes com esse rendimento no ano de aplicação desse projeto.

Figura 27 – Momento de acolhida dos estudantes.



Fonte: Arquivos do autor.

A concepção de educação formal desenvolvida na escola propicia uma prática pedagógica interativa, conforme apresentado na Figura 27, que permite ao aluno a compreensão do processo de construção do conhecimento escolar. O CETI realiza ações que o aproximem da comunidade e das demais instituições, que possam ser parceiras no processo de construção

de uma sociedade cada vez melhor, através de melhorias da Escola e da qualidade de ensino e de vida dos estudantes.

Essa escola oferece alimentação escolar para os alunos em dois momentos: no intervalo de 10 h às 10 h 30 min (lanche) e no intervalo de 12 h 10 min às 13 h 20 min (almoço). Possui fornecimentos de água e energia da rede pública. Há uma fossa séptica e o lixo é destinado à coleta periódica. A internet utilizada é de banda larga, acessível aos funcionários, entre técnicos administrativos efetivos, terceirizados, professores efetivos e professores substitutos e a estudantes, quando necessário para a realização de atividades de ensino.

Destaca-se ainda que a escola foi contemplada com programas do Governo Federal, ao realizar parcerias com as universidades UFPI e UESPI, como por exemplo, o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) e o Programa Institucional Residência Pedagógica (RP), através da CAPES por meio da SEDUC. Os estudantes do CETI Didácio Silva não são atendidos pelo PIBID e RP na área de Física.

A infraestrutura da escola, no ano de aplicação do produto educacional, contava as 17 salas de aula e outras dependências, sendo elas: diretoria; coordenação; secretaria; sala de professores; sala de recursos multifuncionais para Atendimento Educacional Especializado (AEE); quadra de esportes coberta; cozinha; sala de leitura; banheiros internos (masculino e feminino); banheiros para funcionários e alunos (masculino e feminino) com chuveiros; banheiro adequado a alunos com deficiência ou mobilidade reduzida; dependências e vias adequadas a alunos com deficiência ou mobilidade reduzida; refeitório (esse, às vezes, é utilizado como auditório para palestras e/ou revisão de aulas); despensa (onde ficam os mantimentos), depósitos e pátio coberto. É possível perceber que o CETI possui uma infraestrutura bem conservada quanto à manutenção da pintura e de equipamentos disponibilizados ao corpo docente e discente.

Na escola não há Laboratório de Ciências para a comunidade estudantil, o que termina impossibilitando a prática experimental de conceitos científicos de forma mais elaborada, sobretudo, por parte dos professores das Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química), o que não impede os professores de utilizarem outros mecanismos para demonstrar fenômenos ligados às disciplinas.

O Laboratório de Informática, foi desativado para dar lugar a mais uma sala de aula devido à grande procura pela qual a escola passou, impedindo a realização de atividades que anteriormente eram realizadas naquele espaço, a exemplo das aulas de Robótica que foram

obrigadas a serem realizadas no refeitório, assim como qualquer outra atividade de estudo ou pesquisa solicitada pelo corpo docente que poderia ser proposta aos estudantes.

Com relação a equipamentos/recursos didáticos, dentre outros, são disponibilizados à escola: computadores, notebooks, televisores, antena parabólica, fotocopiadora, impressora; aparelho de som; projetores multimídia (datashow), caixas amplificadores, som completo e câmera fotográfica/filmadora.

Vale destacar que, no (ENEM) do ano de 2018, a escola obteve uma média geral de 556,24 pontos, ficando abaixo da média geral da cidade de Teresina, que obteve 574,03 pontos, e acima da média geral do país, sendo de 529,64 pontos. Ao analisar-se a média em relação à área das Ciências da Natureza, a referida escola ficou com uma média menor 4,73% que a média nacional, obtendo 517,18 pontos.

5.3 Sujeitos da pesquisa

O estudo tem como foco de investigação estudantes da 2ª série do Ensino Médio da mencionada escola, tendo em vista que o estudo da Ondulatória é realizado nessa etapa da Educação Básica. Das 17 turmas existentes no CETI, 05 (cinco) poderiam ser utilizadas para a aplicação do produto educacional, onde apenas uma foi selecionada para participar da aplicação da Sequência Didática (SD) desenvolvida e que tem como objetivo auxiliar o jogo Onda Secreta, tendo os estudantes dessa turma como participantes da amostragem e sujeitos da pesquisa.

Conforme Marconi e Lakatos (2003, p. 163), amostragem “é uma parcela convenientemente selecionada do universo (população); é um subconjunto do universo”. Sendo essa turma escolhida por possuir a menor quantidade de estudante matriculados, 29 no total, o que permite produzir uma melhor observação das situações ocorridas durante a aplicação, tendo em vista a existência de turmas com até 45 estudantes matriculados, impedindo a realização de uma observação adequada.

Os estudantes, conforme Figura 28, estão na sua maioria na faixa etária correspondente a série em questão, 16 anos, tendo alguns com 17 ou 18 anos de idade. Durante o período de observação e aplicação, em nenhum momento os 29 alunos matriculados na turma estiveram juntos em sua totalidade, presentes numa mesma aula, tendo uma presença média aproximada de 22,5 alunos durante as atividades de aplicação da SD. No dia da aplicação do jogo, houve a

chegada de um estudante transferido de outra turma da série em questão, mas a presença do mesmo não será considerada, já que não participou do emprego da SD.

Figura 28 – Estudantes realizando atividades em grupo.



Fonte: Arquivos do autor.

A maioria dos estudantes, 19 (82,6%), reside na zona sudeste da cidade, região que está localizada o CETI, curiosamente, apenas 4 estudantes moram nas proximidades da escola, no Conjunto Dirceu Arcoverde II, havendo uma distribuição entre os outros bairros da região, totalizado assim os 82,6%. Como já mencionado, a escola possui estudantes residentes em todas as regiões do município, na turma em questão não seria diferente, havendo moradores de mais duas regiões distintas, sendo um estudante no Bairro Macaúba, zona Sul, representando 4,3% dos sujeitos e três estudantes moradores da zona Leste, nos bairros São João e Planalto Uruguai, contemplando os outros 13,0%.

Conforme relatado, a escola possui estudantes oriundos de outras cidades do estado, nessa classe estão estudantes oriundos de cidades como Baixa Grande do Ribeiro, Bom Jesus, Campo Maior e Simplício Mendes, que vieram de suas cidades de origem para estudar no CETI Didácio Silva.

Visando garantia de anonimato e a confidencialidade dos dados fornecidos através da roda de conversar, questionário e/ou das observações realizadas pelo pesquisador, será utilizado codinomes para os sujeitos da pesquisa que por ventura sejam mencionados. Para tal, os sujeitos, durante a apresentação dos dados coletados, serão denominados com os nomes de grandes pensadores, físicos e/ou filósofos naturais que marcaram a história da humanidade com as suas descobertas e contribuições para o desenvolvimento da Física, a exemplo de Einstein, Galileu, Hertz, Kelvin, Lattes, Newton, dentre outros.

5.4 Instrumentos de produção de dados

A produção e coleta dos dados foi realizada por observação direta do grupo estudado, através de roda de conversa e da aplicação de questionário, para que fossem apuradas suas explicações e interpretações do que ocorre naquele meio. A pesquisa também foi acompanhada por outros mecanismos, como a utilização de fotografias (GIL, 2007).

Os dados para o estudo da pesquisa foram coletados diretamente no local em que o produto educacional foi aplicado, através da roda de conversa e da aplicação de questionário, contendo perguntas abertas e fechadas, atendendo os objetivos específicos, para um grupo de estudantes definidos por amostragem.

Melo e Cruz (2014) afirmam que a roda de conversa é como incremento na relação entre professores e estudantes no ensino médio, no momento que incrementam o diálogo entre as partes, o que permite que o docente realize análises do cotidiano do estudante e compreenda suas concepções prévia/empíricas. Para Moura e Lima (2014), é uma técnica que se apresenta como um mecanismo que permite produção dados e ainda incrementa a discussão, já que os participantes acabam por expressar suas experiências através dos diálogos, assim como no silêncio observador e reflexivo.

Quanto ao questionário, Richardson (2007) afirma que tal instrumento permite observar características de um indivíduo ou grupo. As autoras Marconi e Lakatos (2003) compreendem o questionário como um instrumento de coleta de dados, constituído por perguntas ordenadas, que deve ser respondido manualmente. São elencados pelas autoras inúmeras vantagens, a exemplo de: economiza tempo; alcance elevado de participantes simultâneos; permite a obtenção de respostas mais rápidas e mais precisas e de uma maneira geral, há maior liberdade nas respostas, devido ao anonimato, levando os pesquisados há terem mais segurança e conforto em apresentar suas respostas; pois não haverá qualquer influência do pesquisador, gerando respostas que poderiam se tornar inacessíveis.

Ainda para o processo de coleta de dados para este estudo, houve a utilização da observação sistemática, possibilitando a colheita dados complementares aqueles produzidos através da roda de conversa e daqueles produzidos através da análise dos questionários. Segundo Richardson (2010, p. 26), o “método científico fundamenta-se na observação do mundo que nos rodeia”.

As vantagens de utilizar a observação é, por exemplo, permite a emprego de meios diretos para estudar os fenômenos, possibilitando que o pesquisador colete dados sobre um

conjunto de atitudes comportamentais típicas, e que destaque elementos que não são verificados através de questionários (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Uma observação participante, também chamada observação etnográfica, ocorre quando o pesquisador frequenta o campo de pesquisa. Dessa forma a coleta de dados é realizada analisando o comportamento natural das pessoas quando essas estão conversando, ouvindo, trabalhando, estudando em classe, brincando, comento (FIORENTINI; LORENZATO, 2012).

A observação participante, requisita planejamento quanto aos aspectos do problema a serem observados e quanto à forma de observar e registrar os fenômenos. Tais observações obtidas devem apresentar a descrição do ambiente, dos sujeitos, dos acontecimentos mais relevantes e das atividades, além da reconstrução dos diálogos e do comportamento do observador, (FIORENTINI; LORENZATO, 2012)

O intuito, tanto dos questionários aplicados, como das observações realizadas e da roda de conversa, foi a verificação das percepções que os estudantes detiveram quanto as suas concepções prévias/empíricas, assim como a utilização do jogo Onda Secreta quanto ferramenta mediadora do ensino de conceitos da Ondulatória e sua capacidade para proporcionar a mediação e promover a internalização para com os estudantes.

5.5 O produto educacional

Conforme já mencionado em seções anteriores, o jogo Onda Secreta foi o produto educacional aplicado, tendo em sua fase de elaboração, a intenção de atender, de alguma maneira aqueles que tenham interesse e necessidade de utilizar, em sala de aula, mecanismos que possam mediar o ensino de Física. Aliado a isso, houve o entendimento que a utilização de NTIC por parte do docente iria gerar uma maior motivação nos estudantes e que a linguagem gráfica de programação *Scratch*, colaboraria para o desenvolvimento de uma aprendizagem voltada para o aluno.

5.5.1 A construção do jogo

Levando em consideração o fato do *Scratch* dispensar a utilização de uma linguagem de programação textual, que é mais complexa e exige um conhecimento mais aprofundado por parte do usuário, o mesmo se torna uma ferramenta facilitadora da aprendizagem e com extremo potencial para ser trabalhada como parte de um produto educacional, haja vista permite que aos

profissionais da educação, a produção de uma infinidade de aplicações para serem utilizadas em sala de aula e se aplicado corretamente possibilitará ao estudante ficar em evidência na busca e construção de seu conhecimento.

Sendo assim, o jogo Onda Secreta¹², Figura 29, se propõe a mediar o ensino da Ondulatória através do *Scratch*, sendo um jogo de perguntas e respostas, constituído por 3 fases denominadas de bronze, prata e ouro, respectivamente. Em sua totalidade, o jogo é constituído por dezoito itens, que abordam a Ondulatória com maior ou menor complexidade, através de situações-problema, conforme a fase a ser jogada e levando em consideração o nível crescente das mesmas. O nome das fases usadas no produto educacional remete a jogos de sucesso que são comuns entre os estudantes na faixa etária.

Figura 29 – Tela inicial do jogo Onda Secreta.



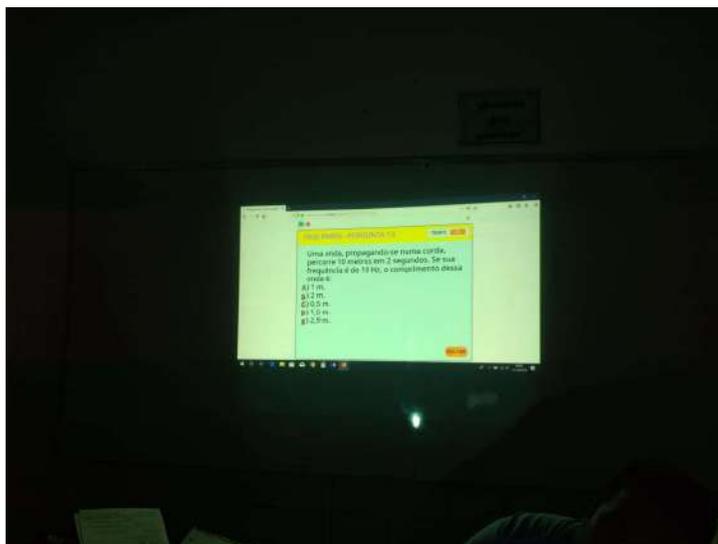
Fonte: Arquivos do autor.

Apesar de serem trabalhadas 18 perguntas em todo o jogo, são utilizadas 20 cartas nas três fases. Isso é justificado em virtude da utilização de duas cartas contendo “pegadinhas” que obrigam a equipe passar a vez para próxima equipe participante, estando estas distribuídas apenas nas duas primeiras fases. Assim como os nomes das fases, as cartas, apresentam a imagem de grandes pensadores, físicos e/ou filósofos naturais que contribuíram de alguma forma para o avanço da Física e por tanto da humanidade, tem como base outros jogos que possuem algum apelo juvenil aos estudantes daquela geração.

¹² Disponível em: <https://scratch.mit.edu/projects/331367077/>. Acesso em: 20 abr. 2020.

Tendo o professor como moderador, já que o jogo foi projetado no quadro de acrílico, conforme apresenta a Figura 30, este fica responsável por gerir todo o processo que está ocorrendo, organizando e monitorando as equipes durante toda a aplicação, e, após a confirmação das equipes, clicar na alternativa informada pelos mesmos. É importante salientar, que apesar do *Scratch* permitir a utilização de suas produções através de equipamentos portáteis, como *smartphones* e *tablets* a partir da versão 3.0, foi definido que a projeção do jogo tornaria a atividade mais atraente para uma sala de aula e para o processo de ensino-aprendizagem, por permitir uma maior interação entre os membros da equipes e entre as próprias equipes, proporcionando a troca de experiência e a cooperação.

Figura 30 – Projeção do jogo Onda Secreta.



Fonte: Arquivos do autor.

5.5.2 As regras do jogo

Para que o jogo possa ser realizado, os estudantes foram divididos em quatro equipes, essas nominadas com fenômenos da Ondulatória: Difração, Polarização, Reflexão e Ressonância. A divisão dos membros das equipes ficou a critério de afinidade dos estudantes, de forma que estas ficaram com uma média de 5 a 6 componentes. Cada equipe definiu um líder, responsável por exclamar a alternativa escolhida pela equipe após realizar a discussão com os demais membros.

As perguntas eram todas objetivas e continham 5 alternativas, havendo apenas uma correta entre elas, de forma que todas abordavam temas discutidos em sala de aula durante a aplicação da SD que antecedeu a realização do jogo. Assim, com a proposta de atrair mais a atenção dos estudantes, a alternativa que continha a resposta correta, emitia um som diferente daquelas que estavam erradas, objetivando atrair mais ainda a atenção dos participantes e gerar algum entusiasmo com o acerto ou o erro de outra equipe.

Conforme apresenta o Quadro 1, para cada fase jogada, os itens respondidos corretamente atribuíam um valor diferente a pontuação das equipes. Caso a equipe respondesse corretamente o item no tempo estipulado de dois minutos, a mesma teria a pontuação máxima da questão adicionada ao seu *score*.

Quadro 1 – Pontuação do jogo Onda Secreta.

FASE	TENTATIVA	PONTUAÇÃO	TEMPO DISPONÍVEL PARA RESOLUÇÃO (min)
BRONZE	1ª	10	2,0
	2º	9	1,5
	3º	8	1,0
	4º	7	0,5
PRATA	1ª	20	2,0
	2º	18	1,5
	3º	16	1,0
	4º	14	0,5
OURO	1ª	40	2,0
	2º	36	1,5
	3º	32	1,0
	4º	28	0,5

Fonte: Arquivos do autor.

Para cada situação-problema, independente da fase, foram delimitados dois minutos para que pudessem discutir sobre o item e assim emitir a resposta que em seus critérios fosse a correta. Caso a mesma estivesse errada ou se o tempo fosse ultrapassado, a pergunta era passada

para a equipe seguinte, sendo atribuída agora 90% do seu valor inicial, tendo a segunda equipe um minuto e meio para resolver e caso, assim como a primeira equipe, errasse a resposta, a oportunidade de responder era repassada para a equipe seguinte, havendo agora um tempo de um minuto e concorrendo a 80% do valor inicial se responder à questão.

Dessa forma, se caso a última equipe fosse acionada para responder à questão através dessa regra, ele teria direito de obter 70% do valor inicial do item, caso respondesse corretamente, durante os 30 segundos permitidos a ela perante as regras. Se nenhuma das equipes conseguisse obter a resposta correta, a questão seria descartada. Durante a aplicação, nenhum item chegou a ser descartado.

5.6 O processo de produção de dados

Conforme a Sequência Didática (SD) (APÊNDICE C) elaborada, a aplicação do produto educacional - o jogo Ondas Secretas -, ocorreria durante a sua culminância, planejado para acontecer nas duas últimas aulas que fazem parte do sexto encontro, tendo a coleta/produção de dados sendo realizada no processo de aplicação através dos instrumentos já citados. Aqui é necessário realizar algumas observações sobre como se procedeu o emprego das atividades na turma em questão e que podem ter influenciado no processo de produção dos dados.

Como já mencionado, a transferência do pesquisador para o CETI Didácio Silva ocorreu após um contato prévio e com a apresentação do projeto de pesquisa, tendo assim a proposta de ministrar aulas para a segunda série do Ensino Médio. Conforme comunicado da direção, o sistema de lotação de professores da SEDUC habilitou apenas as turmas da primeira série do Ensino Médio, mesmo havendo a disponibilidade para as turmas de interesse, devido o afastamento do outro professor para realizar curso de pós-graduação.

Dessa forma, com a chegada de outro professor, e após um acordo com o mesmo e o consentimento tanto da direção como da coordenação pedagógica, ficou estabelecido que durante a primeira parte do segundo semestre do ano letivo de 2019, o pesquisador ficaria responsável por ministrar as aulas sobre o conteúdo e aplicar as atividades na turma escolhida, enquanto continuava a atuar com as turmas da primeira série, no qual foi lotado pelo sistema da SEDUC.

Outro fator importante já destacado nessa seção e que influenciou na construção dos dados, foi o grande número de turmas, gerando a diminuição dos espaços comuns da escola e a redução da área do refeitório. Esse contraste obrigou a criação de dois horários de almoço, já

que poderiam surgir inúmeros problemas, caso houvesse apenas um momento para ofertar a refeição, devido à grande demanda.

Dessa forma, o primeiro horário de almoço tinha início às 12 h 10 min, terminando às 13 h 20 min, e o segundo almoço, sendo servido apenas às 13 h, com seu término às 14 h 10 min, o que gerava aflição em boa parte dos alunos, devido ao grande intervalo de tempo que existia entre o horário que era realizado a merenda e o horário em que o almoço era servido, pois tinham medo que a comida pudesse acabar antes que realizassem a sua refeição. Essa situação não ocorria em todos os dias, pois havia um rodízio entre as salas quanto a critério se ter a refeição no primeiro ou no segundo almoço.

A grande quantidade de palestras, apresentações culturais que a escola realizava e eventuais ensaios para eventos comemorativos comuns para aquele período, impediam um processo contínuo para a realização das aulas conforme o planejado. Até o atraso no repasse de recursos para a compra de alimentos para o preparo das refeições, afetou a continuidade ideal dos trabalhos, já que os estudantes eram liberados para irem para suas casas mais cedo, o que impossibilitava a realização das aulas nos dias que o horário coincidia ser posterior ao almoço. Esses fatores, associados a outras pequenas situações rotineiras, contribuíram para que a aplicação não fosse como a planejada inicialmente.

Por fim, acrescenta-se que, conforme uma das características pertinentes às escolas de tempo integral, todo professor possui Horários de Estudo (HE) que são utilizados para auxiliar os estudantes a realizarem as suas atividades, sendo parte de sua grade curricular. No caso em questão, o professor titular da turma, possuía, além dos 3 horários direcionados para o desenvolvimento do estudo dos conteúdos da Física, haviam mais 5 momentos de HE, onde o mesmo discutia questões, retirava dúvidas ou aplicava metodologias ativas com os estudantes, mas devido a outras atividades do pesquisador, não foi possível utilizar o HE para dar continuidade à aplicação do projeto.

Ciente dessas informações, segue a descrição dos encontros que foram realizados durante o processo da Sequência Didática, que sofreu uma flexibilização tendo sido realizados 9 encontros e não apenas 6, como foi planejado inicialmente, já que foi considerado durante o planejamento a sequência de três encontros semanais, divididos em dois dias, havendo um dia com 1 hora-aula e outro dia com 2 horas-aula, o que infelizmente não foi possível acontecer. O oitavo encontro ocorreu devido após a solicitação de alguns estudantes e o primeiro e último encontro foram realizados durante Horário de Estudo.

5.6.1 Primeiro encontro: apresentando a pesquisa

O primeiro contato com os estudantes aconteceu na primeira semana de aula, onde, em conjunto com o professor titular da turma, durante um HE, os mesmos foram comunicados que durante o primeiro mês do segundo semestre letivo, durante o estudo da Ondulatória, eles iriam participar da aplicação de um projeto, sendo então, realizada uma breve exposição dos objetivos da pesquisa.

Após o consentimento para a participação dos mesmos, foi lido em voz alta o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A), sendo logo em seguida entregue aos mesmos em duas vias, para que os pais ou responsáveis pudessem assinar e devolver na aula seguinte. Como um dos estudantes já tinha atingido a maioridade, esse entregou os documentos logo no primeiro encontro.

5.6.2 Segundo encontro: início das atividades (1 aula)

Ao começar o segundo encontro, onde as atividades propostas na SD seriam iniciadas, recebi relatos de insatisfação por parte dos estudantes, em virtude do pesquisador seria o 3º professor a ministrar a disciplina naquele ano letivo. Após uma breve conversa com os mesmos, foi reafirmado que aquela situação era temporária e que o professor titular continuaria realizando as atividades no HE.

Após esse momento, foi dado início a roda de conversa, sendo apresentado a música “Certas Coisas” (ANEXO A), de autoria de Lulu Santos¹³. Após esse momento, foram levantados questionamentos por parte do professor-pesquisador sobre a letra da música, com o propósito de instigar a os estudantes a relacionaram a música com o termo “ondas” e assim buscar compreender suas concepções prévia/empíricas sobre o tema, através do método dialético, utilizando a discussão sobre como trechos da música estava relacionado com o estudo das Ondas e a vida cotidiana dos estudantes, expondo no quadro os temas/termos apresentados medida que eram elencados para a posterior ressignificação, quando fosse necessário. Após esse primeiro momento, é dado início ao estudo dos conceitos de: onda, pulso de onda e meio material, tendo como recurso auxiliar o livro didático.

¹³ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XFa73hlzR-4>. Acesso em: 15 jun. 2019.

A atividade idealizada para acontecer em grupo, onde haveria uma discussão complementar sobre a relação entre os conceitos: onda, energia e matéria, foi adaptada para ser realizada durante o HE, em conjunto com algumas situações-problema do livro texto.

5.6.3 Terceiro encontro: a necessidade de fórmulas (2 aulas)

A continuidade das etapas seguiu conforme a SD, tendo a aula iniciada com a resolução das situações-problema propostas anteriormente, assim como o tema da discussão. Feito isso, foi apresentado o formato de uma onda aos estudantes, inicialmente, através de desenhos com pincéis no quadro branco e detalhamento explicativo de cada parte que constitui uma onda. Durante a exposição, um estudante questionou a falta de fórmulas, já que para ele, as mesmas o ajudavam a compreender melhor os conceitos abordados pela Física, cabendo ao professor-pesquisador corroborar a importância que o cálculo teve para uma melhor compreensão e desenvolvimento da Física, assim como de outras áreas, mas que a Física não se resume a aplicação de fórmulas, já que a mesma tem como foco o estudo e a consequente compreensão da natureza.

Coincidentemente, a necessidade por fórmulas do estudante foi saciada, já que em seguida, foram abordados os conceitos Período e Frequência de uma onda, tomando como base às compreensões sobre essas duas grandezas pelos alunos e através de exemplos. Devido todos os projetores estarem sendo utilizados, mesmo com a reserva antecipada realizada pelo professor-pesquisador, as simulações interativas disponibilizada pelo *PhET*¹⁴, não puderam ser apresentadas, de forma que o foco dos momentos finais da aula se voltam para a resolução de exemplos e situações-problemas, envolvendo os conceitos explorados, ficando a exposição do simulador para a aula seguinte.

5.6.4 Quarto encontro (1 aula)

Devido à falta de projetores na aula anterior e para não prejudicar a compreensão por parte dos estudantes sobre o conteúdo abordado, as atividades foram retomadas a partir da

¹⁴ Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_pt_BR.html. Acesso em: 15 jun. 2019.

apresentação das simulações interativas do *PhET*, proporcionando uma visão complementar sobre o comportamento e formato de uma onda.

Em seguida, foi apresentada a Equação Fundamental da Ondulatória a partir da contextualização e desenvolvimento de situações-problema, e ainda com auxílio do simulador interativo *PhET*. Através da projeção de slides, foram apresentadas *gifs* para auxiliar o entendimento sobre a classificação de uma onda quanto à direção de propagação, sendo em seguida, apresentado os tipos de ondas. No decorrer da aula foram desenvolvidos mais exemplos e situações-problemas aos estudantes.

5.6.5 Quinto encontro (2 aulas)

Este encontro foi planejado para ser realizado em um dia com duas aulas seguidas, e assim foi realizado, mas entre os dois horários há o recreio, o que impede da aula possuir os 100 min na sua totalidade, considerando que alguns estudantes não retornam para a sala no momento correto o que causa distração, durante o seu retorno, aqueles que estão em sala de aula.

Contudo, a aula foi iniciada dando continuidade à ações definidas pela SD, com o auxílio do projetor, que foi coletado antecipadamente para evitar possíveis problemas, foram exibidos trechos com duração de 3 a 5 minutos, dos filmes: “Guardiões da Galáxia”¹⁵ e “2001 – Uma odisseia no espaço”¹⁶. Após a exibição, os estudantes foram provocados a determinar qual desses trechos apresentava uma visão equivocada/distorcida acerca dos fenômenos que realmente ocorrem no Universo.

Com o desenvolvimento da discussão e objetivando ressignificar qualquer conceito mal formado sobre o tema, foram abordados os conceitos das ondas em relação à sua natureza. Ao final da aula, foi proposto uma atividade complementar do livro texto para a resolução durante os minutos finais que antecediam a saída para o recreio.

Ao retornarem do recreio, foi realizada a resolução das situações-problema da aula anterior, com destaque na apresentação das estratégias metodológicas empregadas pelos estudantes. Em seguida, em grupos de 4 componentes, na sua maioria, mediado pelo livro texto

¹⁵ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sCVWm20fU0A>. Acesso em: 15 jun. 2019.

¹⁶ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7E9CD3Hucws>. Acesso em: 15 jun. 2019.

e através do artigo apresentado pelo mesmo, intitulado “Os olhos não veem, a pele detecta”, os estudantes discutiram as aplicações teórico-práticas das radiações na faixa do infravermelho.

Ainda nessa aula, com a mediação do simulador interativo *PhET* “Desvio da Luz”¹⁷, para dar início ao estudo de alguns fenômenos da Ondulatória apresentados pelo livro texto, tendo início com a Reflexão de uma onda, relatando suas características e finalizando a aula com o apresentando algum situações-problema referente ao fenômeno abordado e destacando outras semelhantes para resolução no HE. O estudo da Refração teve que ser adiado para a aula seguinte.

5.6.6 Sexto encontro (1 aula)

Mais uma vez, através da utilização do simulador interativo *PhET* utilizado na aula anterior, é dado início ao estudo do fenômeno da Refração de uma onda, sendo também utilizado como recurso mediador um laser, um copo de vidro transparente com água e espelho plano, a fim de complementar as simulações. Em seguida são propostas algumas situações-problema, elaboradas pelo professor, assim como do livro texto objetivando a complementar as compreensões dos estudantes.

5.6.7 Sétimo encontro (1 aula)

Após a retomada dos fenômenos abordados na aula anterior, com o intuito de esclarecer possíveis dúvidas existentes, houve a apresentação dos fenômenos da Difração, Interferência e Polarização, sendo discutidos seus respectivos conceitos, tendo como base a utilização em sala de aula como recursos didáticos, o livro didático, o simulador interativo *PhET* e slides com *gifs* animados.

Os conceitos foram abordados tendo como base as informações do livro texto e apresentando na projeção de slides, algumas situações do cotidiano para complementar o entendimento e proporcionar a internalização do que foi trabalhado, aliado as *gifs*.

Ao final da exposição, objetivando motivação uma melhor compreensão sobre os temas abordados, foram apresentadas imagens aos estudantes, sendo esses indagados qual a relação

¹⁷ Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_pt_BR.html. Acesso em: 15 jun. 2019.

das mesmas com os fenômenos trabalhados até aquele momento. Por fim, foram destacadas algumas situações-problema para serem trabalhadas no HE.

5.6.8 Oitavo encontro (2 aulas)

O conteúdo desse encontro não foi realizado conforme planejado na SD, pois o mesmo foi solicitado pelos estudantes, com o intuito de abordar conteúdo não considerado no livro texto, sendo ele o fenômeno da Ressonância, assim como a resolução de itens abordados em provas anteriores do ENEM, já que itens relacionados a Ondulatória são recorrentes no exame em questão. Inicialmente, nesse momento, haveria a aplicação do produto educacional, o jogo Onda Secreta.

A partir da solicitação dos estudantes, esse encontro foi planejado nos moldes dos demais, tendo a utilização do vídeo “Colapso: Ponte Tacoma Narrows (1940)”¹⁸ que trata da queda da ponte mencionada, devido, dentre outros fatores, do fenômeno da ressonância. Após a discussão sobre o conceito desse fenômeno, da apresentação do vídeo para complementar o entendimento e a realização de algumas situações-problema, teve início a resolução de questões sobre a Ondulatória baseadas nas avaliações anteriores do ENEM.

Ao final da aula, foi informado que no próximo encontro seria realizado a aplicação do jogo e que a turma deveria se dividir em quatro equipes, tendo os componentes que eleger um líder para a dinamizar todo o processo. Essa definição de equipes, seus respectivos líderes e o nome das mesmas, deveria ser realizada em um HE que antecederesse o próximo e último encontro, e assim foi feito.

5.6.9 Novo encontro: aplicando o produto educacional (2 aulas/HE)

O nono encontro foi destinado a aplicação do produto educacional o jogo “Onda Secreta”. A aplicação ocorreu durante dois HE, que foram gentilmente cedidos pelo professor titular da turma. Inicialmente foi realizada uma breve explicação sobre o *Scratch*, linguagem de programação gráfica na qual o jogo foi desenvolvido e, em seguida, destacando toda a sua logística, objetivos a serem alcançados e que o professor-pesquisador teria a função de moderar aquela aplicação.

¹⁸ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=dvRHK4yA8rc>. Acesso: 16 set. 2019.

As equipes, que já tinham sido formadas durante um HE que antecedeu a aplicação do jogo, sofreram algumas alterações em sua composição, pois alguns estudantes que estavam presentes durante a formação das equipes, não compareceram à escola, tendo sua vaga ocupada por outros que estavam ausentes no HE, de forma que não ocorreram grandes prejuízos ao desenvolvimento da atividade. As quatro equipes, foram nominadas com fenômenos ondulatórios estudados formando assim a Equipe Difração; Equipe Reflexão; Equipe Refração e Equipe Polarização.

A aplicação em si do produto educacional não houve problemas, já que todos os estudantes compreenderam as regras, todas as perguntas foram respondidas, havendo apenas discussões relativas a competitividade mais elevada que alguns componentes possuíam, provocando um ou outro debate mais acalorado entre as equipes, mas sem gerar nenhum transtorno ou empecilho ao processo, sendo contido pelo professor-pesquisador que moderava o ambiente, dessa forma, o resultado final do encontro foi tido como satisfatório e será mais detalhado durante a apresentação dos dados coletados, através das observações realizadas durante o processo e das informações obtidas através da aplicação do questionário (APÊNDICE B) semiestruturado que abordou as possibilidades do jogo Onda Secreta na apropriação dos conceitos da Ondulatória por parte dos estudantes participantes da aplicação.

5.7 Procedimentos de análise de dados

É fato que, a análise de dados é de grande importância para qualquer produção acadêmica, tal representatividade é mais acentuada em pesquisas de cunho qualitativo, a exemplo desta produção, devido a variedades de informações que foram extraídas dos dados obtidos pela pesquisa.

Conforme Gil (2008), a análise de dados é a etapa que sucede a coleta de dados e onde os mesmos serão analisados e interpretados, dois procedimentos distintos, mas relacionados. Com essa compreensão, para a análise dos dados foi utilizado à técnica da Análise Textual Discursiva (ATD), conforme as orientações de Moraes e Galiazzi (2006, 2016). A ATD é “uma abordagem de análise de dados que transita entre duas formas consagradas de análise na pesquisa qualitativa que são a análise de conteúdo e a análise de discurso” (MORAES; GALIAZZI, 2006, p. 2).

Para pesquisas qualitativas, no qual esse trabalho se encaixa, a análise textual tem sua aplicação cada vez mais em voga, sendo esse estudo realizado a partir de entrevistas ou

observações, objetivando aprofundar a compreensão sobre o tema trabalhado, reconstruindo aquilo que se tem sobre o que foi investigado (MORAES; GALIAZZI, 2011).

Conforme Moraes e Galiazzi (2011), a ATD atua em quatro focos: desmontagem dos textos; estabelecimento de relações; captando o novo emergente e; processo auto-organizado. Destes, os três primeiros formam um ciclo, sendo tidos como elementos principais. O intuito é proporcionar um novo entendimento que surja após a desconstrução dos dados, chamada de unitarização, em seguida relacionar tais elementos unitarizados, possibilitando assim a categorização e por fim, captar uma nova compreensão, exposta após a análise. Os autores comparam esse processo a uma tempestade de luz.

A **desmontagem dos textos**, primeiro elemento do ciclo de análise, tem como objetivo a desconstrução e unitarização. A unitarização consiste “[...] em que os textos são separados em unidades de significado. Estas unidades por si mesmas podem gerar outros conjuntos de unidades oriundas da interlocução empírica” (MORAES; GALIAZZI, 2006, p. 2) que deve ser realizada pelo pesquisador.

Propõem-se produzir significados, através da ATD, a partir de um conjunto de textos, e para tal, a leitura é de extrema importância e assim, construir compreensões a partir de um conjunto de textos e apresentar os resultados após a análise dos sentidos e significados que a leitura pode proporcionar. É importante salientar que, os resultados podem mudar conforme o autor e o pesquisador, já que as compreensões variam devido a multiplicidade dos sentidos que uma palavra pode ter devido a sua polissemia. Essa interpretação exercita-se a partir da apropriação de palavras, de termos ou vozes, que são usadas para compreender melhor o texto (MORAES; GALIAZZI, 2006; 2011).

A polissemia está presente em qualquer texto, produzindo diferentes tipos de leituras, dependendo do autor, como já frisado anteriormente. Tais leituras e interpretações podem, ou não, serem compartilhadas e quando ocorre essa partilha entre diferentes leitores, são denominadas de denotativo. Já, se a interpretação não é compartilhada facilmente por diferentes leitores, exigindo uma análise mais densa, é denominada de conotativo (MORAES; GALIAZZI, 2011).

Conforme os autores, apesar da necessidade de uma perspectiva teórica para realizar alguma leitura, sendo consciente ou não, é necessário colocar as próprias ideias e teorias entre parênteses e trabalhar uma leitura tomando como base a perspectiva do outro. Mesmo colocando as teorias entre parênteses é impossível realizar uma leitura e interpretar sem as mesmas, já que os diferentes sentidos de um texto obtidas pela leitura e interpretação só são

possíveis de posse das diferentes teorias, sendo as mesmas fundamentais para mediar um processo da análise textual. Assim, compreende-se que os materiais analisados através da ATD constituem um conjunto de significantes, com seus pressupostos partindo da relação com a leitura dos textos que examinamos, de forma a gerar significados ao pesquisador através dos seus conhecimentos, intenções e teorias (MORAES; GALIAZZI, 2011).

Todo esse significado gerado a partir da análise textual tem como base documentos, aqui chamados de *corpus*, sendo este os dados da pesquisa, contendo informações validas, obtidas através de uma seleção realizada a partir de delimitações propostas pelo pesquisador, dessa forma, entende-se que não será trabalhado com todo o *corpus*, e este abrange imagens e outras expressões linguísticas, portanto, possui um sentido bem amplo (MORAES; GALIAZZI, 2011).

Para Moraes e Galiazzi (2011), o *corpus* pode ser produzido para a pesquisa, como documentos que já existiam, de forma que entrevistas, registros de observação, depoimentos produzidos por escrito, anotações e diários diversos, são produzidos pelo pesquisador e os documentos que já existiam, contempla relatórios, publicações de natureza variada, jornais, revistas, atas, dentre outros. Caso os documentos tenha sido produzido através da pesquisa, estes podem ter sua seleção realizada de diversas formas, de modo a ser apresentado a intencionalidade, definindo a amplitude do *corpus* através de critérios para saturação, entendendo que “a saturação é atingida quando a introdução de novas informações na análise já não produz modificações no resultado” (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 17).

De posse do *corpus*, o pesquisador deve realizar uma desconstrução e a unitarização do mesmo, de forma a realizar uma desmontagem ou desintegração dos textos, assim, é colocado em foco os detalhes, nas partes que os compõem, sendo o mesmo responsável por definir quanto o texto será fragmentado, impondo uma maior ou menor amplitude na análise (MORAES; GALIAZZI, 2011).

Durante a desconstrução surgem as unidades de análise, que são indicadas por códigos e que permitem identificar os textos diferentes, de forma que durante o processo de construção ocorra um movimento gradativo que evidencia e aprimora as unidades de base, sendo fundamental, por parte do pesquisador, julgar corretamente as análises, conforme seu projeto de pesquisa (MORAES; GALIAZZI, 2011).

A unitarização se concretiza quando se tem três momentos distintos. A fragmentação dos textos e codificação de cada unidade pode ser considerada como o primeiro momento, que ocorre através de uma ou mais leituras, para que se identificado e codificado cada fragmento,

gerando as unidades de análise. O segundo momento é a reescrita de cada unidade de modo que assuma um significado, para que haja uma maior clareza das expressões nos sentidos construídos pela sua produção. Por fim, o terceiro momento é a atribuição de um nome ou título para cada unidade assim produzida, facilitando a ideia central de cada unidade (MORAES; GALIAZZI, 2011).

É necessário que haja um envolvimento com as informações do *corpus*, o que permite que a análise textual qualitativa que produza compreensões mais aprofundadas e criativas, que surgem através impregnação com os elementos do processo analítico. Tal impregnação que há no *corpus* perpassa por um processo que envolve a desorganização e a desconstrução para novas compreensões sejam estruturadas. Por tanto, a unitarização pode ser entendida como um mecanismo que gera uma desordem no *corpus* a partir do próprio *corpus* e obter uma nova relação entre os fenômenos investigados (MORAES; GALIAZZI, 2011).

O processo de categorização, segundo momento do ciclo da ATD, utiliza as unidades construídas no primeiro momento, dando início a um processo de comparação constante, para em seguida gerar um agrupamento dos elementos semelhantes, além de nomear e definir as categorias cada vez com maior precisão. Essas categorias podem ter diferentes níveis e conforme a proposta de análise, é possível ter categorias iniciais, intermediárias e finais, de forma a produzir um metatexto, através de críticas ou da produção de um novo texto a partir das interpretações do pesquisador (MORAES; GALIAZZI, 2011).

Essas categorias podem ser obtidas através de métodos diferentes, como o dedutivo, onde antes de ter acesso ao *corpus* o pesquisador já determina as categorias a serem trabalhadas. Quando ocorre o processo contrário, que é analisado o *corpus* para que depois sejam geradas as categorias, tem-se o método indutivo. Os autores ainda descrevem uma terceira metodologia que pode ser utilizada para a produção de categorias, sendo conhecido como método intuitivo, que tem como princípio, como o nome já diz, as intuições repentinas do autor, os *insights* (MORAES; GALIAZZI, 2011).

Utilizar a dedução, remete a objetividade, verificabilidade e quantificação, enquanto a indução e intuição atua com subjetividade, ideia de construção e abertura ao novo. Para Moraes e Galiazzi (2011), a ATD pode utilizar ainda dois tipos de categorias para o desenvolvimento de novas compreensões, sendo elas: *a priori* e emergentes. Na categoria *a priori* o pesquisador a constrói antes de realizar a análise propriamente dita dos dados, enquanto nas categorias emergente, o pesquisador as constrói a partir do *corpus* da pesquisa. Ainda uma terceira categoria, que se apresenta como um misto das outras duas categorias.

Moraes e Galiazzi (2011), ratificam que é necessário que se tenha categorias homogêneas, construídas com um mesmo princípio, um mesmo conceito. A ATD se propõe a utilizar tais categorias com o princípio de, ao analisar os textos por partes, consiga compreender o todo, tendo em vista que analisar, sempre é decompor.

Os metatextos, foco da ATD, declaram as percepções obtidas através da leitura dos textos que compõe o *corpus* e por meio das categorias e subcategorias oriundas das análises. Durante a sua construção, pode-se obter textos que sejam mais descritivos, mantendo proximidade do *corpus*, outros terão uma característica mais interpretativa, devido a abstração e teorização mais aprofundada, gerando um distanciamento dos textos originais (MORAES; GALIAZZI, 2011).

A unitarização e a categorização fornecem as bases da estrutura do metatexto, onde as categorias propiciam mecanismos para se obter uma maior clareza das novas intuições e compreensões alcançadas. O pesquisador pode utilizar argumentos centralizadores ou teses parciais para as categorias, elaborando argumentos centrais ou testes para a sua análise. Tais recursos permitem que o pesquisador se torne autor do seu texto, já que as teses parciais vão constituir argumentos que vão consolidar e validar os argumentos daquela que for a tese principal (MORAES; GALIAZZI, 2011).

A tese geral, tem como objetivo estrutura e organizar os componentes do texto, para que não ocorra uma fragmentação exacerbada e tenha uma fuga do foco, mas que permita determinar a autoria daquele texto ao pesquisador. Conforme os autores, os processos de construção desses argumentos, novos e originais, ultrapassa a ideia de produção de uma síntese, por ser formado através da intensa investigação durante o processo, aliada a inspiração e a intuição do pesquisador (MORAES; GALIAZZI, 2011).

O metatexto deve ter em sua introdução um prelúdio do que será abordado no corpo do texto e em seu fechamento explicar sobre o que foi discutido. Em sua produção, deve ser analisada a descrição e a interpretação, de forma que, para se realizar a descrição, é necessário que seja exposto os sentidos e significados sem fugir dos textos analisados. A descrição, em uma análise textual qualitativa, materializa-se através das categorias que são desenvolvidas durante a análise. Dessa forma é necessário apresentar as categorias e subcategorias com fundamentos e descrições corroboradas por informações dos textos, assim como citações de outros autores.

Na ATD, a interpretação consiste em produzir novos sentidos e compreensões ao texto analisado, onde é realizado um exercício de teorização, que pode ser alcançado de várias

formas, a exemplo da confrontação entre teorias já existentes. O pesquisador pode, caso não tenha algum referencial teórico explícito, utilizar a abstração, aliada a teorização dos elementos que pesquisar, tomando como base o conjunto de categorias que construiu em sua análise e do envolvimento entre elas. Os autores complementam que argumentos e teses de quem está investigando podem ser utilizadas, sendo entendido como uma contribuição do mesmo para a pesquisa, constituindo outra ocasião em que o pesquisador se apresenta como autor.

Na produção do metatexto, onde a descrição e a interpretação são aglutinadas, percebe-se as intuições e entendimentos alcançados através da ATD com o *corpus* obtido durante a pesquisa. Os autores entendem a interpretação como um modo de teorização e que nesse movimento “cíclico hermenêutica de procura de mais sentidos, tanto a teoria auxilia no exercício da interpretação, quanto a interpretação possibilita a construção de novas teorias” (MORAES; GALIAZZI, 2011, p.37).

Assim, a teorização mais recorrente a análises qualitativas é aquela onde se constrói novas teorias tendo como partida o *corpus*, utilizando todos os recursos já destacados aqui, como a construção de estruturas através das categorias e de argumentos aglutinadores, dentre outros. Ainda é possível ter um segundo modo de teorização, em que se realiza uma ampliação das teorias já existentes, conjugada as categorias derivadas de alguma teoria por meio das análises (MORAES; GALIAZZI, 2011).

Entende-se que todo esse processo de descrição, interpretação e teorização, são resultados dos esforços realizados durante as análises apresentados durante a construção do metatexto pelo pesquisador na produção de um texto que é original, garantido pelo rigor utilizado durante as etapas do processo de elaboração e validado pelos argumentos e uso de citações extraídos do *corpus* (MORAES; GALIAZZI, 2011, p.37).

Conforme a Figura 31, a ATD, é um processo de análise que se utiliza da desconstrução dos textos que compõem o *corpus*, que após ser fragmentado e desorganizado, é logo em seguida auto-organizado e reconstruído através de emergência de novas compreensões que precisam ser comunicadas e assim validadas por produções que evidenciem com maior clareza o que foi analisado.

Figura 31 – Ciclo da análise textual discursiva.



Fonte: Moraes; Galiazzi (2011).

O ciclo apresentado pela Figura 31, representa como a ATD é constituída através do conjunto de movimentos que tem como exercício promover a desordem para permitir a emergência de novas perspectivas e maneiras de compreender os elementos investigados. Essa desconstrução, conforme Moraes e Galiazzi (2011, p. 42) “consiste na fragmentação das informações, desestruturando sua ordem, produzindo um conjunto desordenado e caótico de elementos unitários.”

A emergência do novo, envolve no primeiro movimento uma manifestação de um ciclo de análise racionalizado, em que se exige uma exploração detalhada do *corpus*, em seguida, no segundo movimento, ocorre uma desorganização que tem como motivação gerar uma nova ordem, mais uma vez, a emergência do novo oriundo do caos, processo esse que é intuitivo. O terceiro movimento no processo de análise, é a comunicação das novas concepções alcançadas, sendo um exercício de evidenciar as novas estruturas originadas a partir da análise (MORAES; GALIAZZI, 2011).

Todo esse movimento é intencional e objetiva o desenvolvimento do metatexto. Como se percebe, a ATD tem no exercício da escrita seu fundamento enquanto ferramenta mediadora na produção de significados e por isso, em processos recursivos, como uma tempestade de luz, que visa apresentar como surgem as novas compreensões através desse processo analítico e assim alcançar novas ordens através do caos e da desordem (MORAES; GALIAZZI, 2006, 2011).

6 O MOVIMENTO DE ELABORAÇÃO DOS CONCEITOS DA ONDULATÓRIA EM SALA DE AULA: DO CONCEITO ESPONTÂNEO AO CONCEITO CIENTÍFICO

Como já mencionado anteriormente e corroborado por Gil (2008), é de entendimento que a análise de dados, é a etapa que sucede a coleta de dados e onde os mesmos serão analisados e interpretados, sendo de extrema importância e se torna mais acentuada em pesquisas de cunho qualitativo.

Diante disso, à técnica da Análise Textual Discursiva (ATD) foi escolhida para ser aplicada nos dados colhidos através das observações, roda de conversa e questionários, gerando uma tempestade de luz durante o processo de análise, atuando em quatro focos: desmontagem dos textos; estabelecimento de relações; captando o novo emergente e; processo auto organizado (MORAES; GALIAZZI, 2011). A partir desse entendimento, inicia-se a análise e discussão dos dados obtidos durante todo o processo, que foi organizada em dois blocos temáticos:

- **Busca das concepções para gerar significados:** tem como foco o primeiro encontro, onde foram observadas as concepções prévias/empíricas dos estudantes através de uma roda de conversa.
- **Promovendo a interação e a ressignificação:** ressignificação das concepções após todo o processo dos encontros propostos na SD e da aplicação do produto educacional, o jogo Onda Secreta.

6.1 Primeiras aproximações na busca dos significados já produzidos sobre os conceitos da Ondulatória

Tendo como um dos objetivos específicos o reconhecimento das significações desenvolvidas pelos alunos participantes da pesquisa, o mesmo foi alcançado logo em um dos primeiros momentos, sendo esse o ponto de partida para mediar da construção dos conhecimentos científicos por parte dos estudantes, no que se refere ao estudo da Ondulatória, e que foi desenvolvido durante o processo.

Diante do exposto, foi utilizada como recurso metodológico a roda de conversa, que é compreendida como um incremento do diálogo entre o professor-pesquisador e alunos participantes da pesquisa. O intuito desse recurso, como já mencionado, é compreender as concepções prévias/empíricas dos estudantes, já que as mesmas permitem averiguar o que ele

aprendeu em anos escolares anteriores e até mesmo antes da escola, além da sua visão na vida cotidiana, permitindo gerar ressignificações através da construção de conceitos científicos, compreendendo que o mesmo se apresenta como um entendimento mais amplo, que passa pelo abstrato e não foge ao que a comunidade científica já descobriu até aquele momento (HENARES DE MELO; CRUZ, 2014; GASPARIN, 2007).

Dessa forma, tendo como recurso a roda de conversa como metodologia para extrair as concepções e ideias iniciais e, conforme Vigotski (2007), determinar o nível de desenvolvimento atual dos participantes da pesquisa, foi apresentada à música *Certas Coisas* (ANEXO A), como ponto de partida para a discussão para os questionamentos sobre Ondulatória, conforme se verificará logo em seguida.

6.1.1 O que a música *Certas Coisas* lhes fazia lembrar?

Como esperado, devido à idade e possíveis preferências musicais direcionadas a cantores com maior destaque na atualidade, os estudantes não conheciam a obra apresentada, mas, inesperadamente, também não conheciam o cantor/autor, o que não impediu de perceberem a relação com o tema trabalhado ao final da aula de introdução ao estudo das Ondas e lembrar outras canções que tratam de forma mais explícita, senão os tópicos relativo ao tema, pelo menos o termo “onda” diretamente após as primeiras discussões.

Como qualquer música romântica, tendo como foco sentimentos e relacionamentos, termos como AMOR e PAIXÃO, foram mencionados, mas como Moraes e Galiazzi (2011) ressaltam, não é todo o *corpus* da pesquisa que é trabalhado, tendo em vista que não fazem parte do tema discutido nesse trabalho. Conforme Gasparin (2007), houve a necessidade de mais algum estímulo para os estudantes, haja vista que com ele, os mesmos passam a ligar o que já tem como conhecimento com o que podem alcançar.

Dessa forma, com o estímulo apropriado, foi possível retirar dois termos mais destacados pelos estudantes em suas falas, sendo eles: SOM e LUZ. Vigotski (2007), compreende que para o desenvolvimento existe a necessidade da rejeição do ponto de vista comumente aceito, o que é exposto como conceitos espontâneos/empírica, tendo o desenvolvimento cognitivo a culminância de uma gradual mudança. Com isso, os estudantes puderam observar que termos como SILÊNCIO e ESCURIDÃO, por exemplo, também estão envolvidos no processo de compreensão sobre uma onda.

Nussenzveig (2002), ao relatar a importância do estudo de fenômenos ondulatório para a Física, atenta a importância de internalizar o conceito de onda, sendo isso fundamental e consequentemente, os fenômenos ocasionados e as relações que eles têm entre si e com o meio no qual ele é observado.

Compreender que SOM e/ou SILÊNCIO, está diretamente ligado à existência, ou não, da propagação de um determinado tipo de onda naquele meio, no caso uma onda mecânica, ou uma onda eletromagnética para a percepção da LUZ e/ou da ESCURIDÃO, de forma que possam levar tal entendimento para seu cotidiano e perceber melhor o que está a sua volta.

Entende-se que apesar da música “Certas Coisas” não ser uma unanimidade quanto a remeter a ideia de ondas ou seu estudo, já que existem músicas que tratam do assunto de uma forma mais explícita, a composição de Lulu Santos apresenta uma dualidade dicotômica entre, entre a presença e ausência, das ondas de natureza mecânica e eletromagnética, permitindo o estudante trabalhar seu senso crítico e ao mesmo tempo observar que é possível estudar a Física de uma maneira mais lúdica.

Esse processo é fundamental para a construção de um pensamento científico, que é por natureza um pensamento crítico, tendo na revolução e evolução (do pensamento) partes inerentes ao desenvolvimento, estando mutuamente ligadas (VIGOTSKI, 2007).

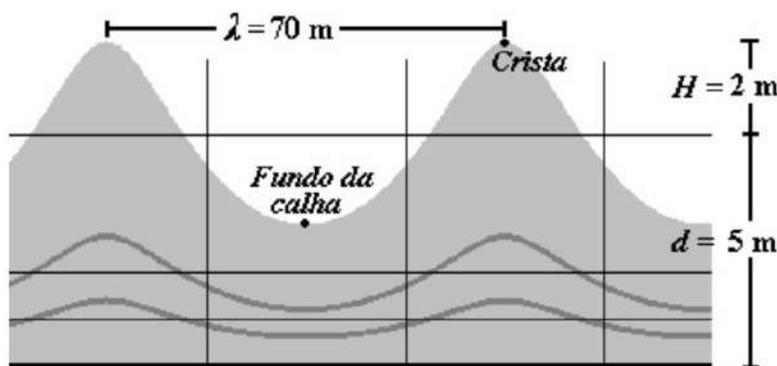
6.1.2 O que seria uma onda?

Quando indagados sobre o que seria para eles uma onda, percebeu-se que os mesmos não conseguiram gerar um conceito formal e compatível com a indagação proposta, de forma que em relação ao *corpus* extraído, podem ser destacadas duas situações apresentadas pelos estudantes, no qual, para eles, podem representar a compreensão dos mesmos sobre o tema e consequentemente, ligadas ao conceito de onda.

Destaca-se, inicialmente, a compreensão que uma onda, nas palavras dos estudantes, FAZ O SURFISTA SURFAR, notadamente, a prática do Surfe, esporte no qual uma pessoa, de pé, permanece em equilíbrio sobre uma prancha, realizando manobras enquanto desliza na crista de uma onda, mas não faz referência a uma onda ou a propagação da mesma, tendo em vista que para tal, tem-se um sinal que se transmite entre dois pontos em um meio, tendo uma velocidade definida e ocorre sem que haja transporte direto de matéria de um desses pontos ao outro (MICHAELIS, 2020; NUSSENZVEIG, 2002).

Silveira (2005), ao tratar da propagação de ondas marítimas e dos tsunamis, afirma que é importante notar aspectos das ondas marítimas quando a condição que o comprimento de onda (λ) é muito maior que a espessura da lâmina de líquido (d) estiver preenchida e, também, a amplitude da componente transversal máxima (H) estiver na mesma ordem de grandeza da espessura da lâmina d água. Como consequência a isso, percebe-se que as trajetórias são elípticas e assim, em seu ponto mais alto, a crista, uma partícula se desloca no mesmo sentido da propagação da onda, já que a mesma se movimenta no mesmo sentido da propagação da onda, permitindo a pratica do surfe, já que, como o surfista está sobre a crista da onda, tende a ser arrastado pela onda, conforme é apresentado na Figura 32.

Figura 32 – Perfil não-senoidal de uma onda marítima propagando-se em uma região rasa.



Fonte: Silveira (2005).

Apesar dos estudantes ligarem a ideia do surfe à onda, ela não pode ser caracterizada como parte da mesma, pois como foi exposto, o ato de surfar ocorre a partir das circunstâncias específicas citadas acima, diferentemente de uma boia, sendo este um objeto flutuante utilizado para marcar o lugar de algo que esteja submerso, indicar um ponto de perigo ou simplesmente marcar uma posição na superfície. Tais conceitos são compreensíveis, já que alguns estudantes consideravam tal ato incoerente com o fato que uma onda não transporta matéria, sendo isso justificado pela falta de conhecimento e conexão afetiva com as concepções/significados construídos até aquele momento.

Ao tentar explicar o que seria uma onda, estudantes também afirmaram o fato de PODER FALAR AO CELULAR com outras pessoas e o acesso à internet por smartphones, sendo essa uma das mais importantes atuações da Física no dia a dia das pessoas e principalmente para estudantes do Ensino Médio, pertencentes a Geração Z e portanto,

extremamente ligados a utilização de TDIC, corroborando assim com a afirmação de Nussenzveig (2002), e Halliday, Resnick e Walker (2009) ao tratar o estudo das ondas como a compreensão de um dos temas mais importantes da Física.

Notadamente, o século XX foi marcado pelo desenvolvimento de tecnologias que revolucionaram a humanidade, incontestavelmente, a exemplo das ondas eletromagnéticas do rádio e da televisão, em conjunto com o avanço no desenvolvimento, a utilização de satélites artificiais, que permitem, dentre outros, a utilização da localização tomando como base a teoria da relatividade e a mecânica quântica, que não serão discutidas aqui por não ser o foco do trabalho (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009; ZANOTTA; CAPPELLETTO; MATSUOKA, 2011).

Assim, através da troca de informações entre os aparelhos, sejam emissores ou receptores, e os satélites artificiais, por meio das ondas eletromagnéticas é possível determinar a localização de algum *smartphone* com enorme precisão através do Sistema de Posicionamento Global (GPS), tomando como base conceitos pertencentes a Física Moderna, assim como a Física newtoniana, como a Gravitação Universal (ZANOTTA; CAPPELLETTO; MATSUOKA, 2011).

Sendo assim, percebe-se que enquanto alguns estudantes tem um entendimento equivocado do que seria uma onda, outros já possuem uma compreensão mais voltada a realidade que gira em torno do tema e está presente no seu cotidiano, mesmo sem possuir um conhecimento concreto sobre o que será tratado, este apresenta algum fundamento, mesmo não respondendo ao questionamento com um pensamento organizado e que a proposição foi certa ao que se propôs, pois ao gerar um desafio, este deve estar a um nível acima do estudante, para que gere algum novo estímulo, já que de forma diferente, não seria tido como um desafio (GASPARIN, 2007).

6.1.3 Quais as ondas que os estudantes já conheciam?

Dando continuidade ao processo de coleta e ressignificação das concepções prévias/empíricas captadas ainda na primeira etapa, durante o terceiro momento da roda de conversa, ao tentar verificar o conhecimento sobre os tipos de ondas que os estudantes conheciam, curiosamente, além das já citadas ONDAS DO MAR, que já foram discutidas como parte do *corpus* da análise, dos vários possíveis tipos de ondas que a turma conhecia, podem ser destacadas para análise as ondas ELETROMAGNÉTICAS e as da faixa do

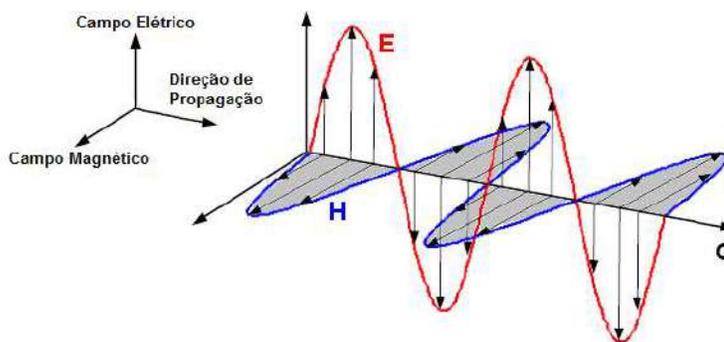
INFRAVERMELHO. É válido ressaltar que até o momento dessa indagação, não havia sido realizada qualquer tipo de classificação das ondas ou sobre o espectro da luz, sendo essas manifestações oriundas dos conhecimentos que traziam consigo.

É necessário compreender que o professor não é detentor de toda a verdade, mas possui conhecimento sobre a área e conteúdo que ministra, da mesma forma que o estudante não tem total desconhecimento sobre o que é abordado em sala de aula, não estando neutro ao que ocorre seu redor, no seu cotidiano, trazendo consigo sua vivência cotidiana, que em menor ou maior intensidade está ligado ao que o professor irá abordar em sala de aula, sendo esse o seu conhecimento prévio/empírico (GASPARIN, 2007).

Sobre as onda eletromagnéticas, apesar de não serem tão familiarizadas pela população em geral, são imensamente utilizadas no dia a dia, tendo maior destaque a luz visível, a luz ultravioleta, as ondas utilizadas para transmissão informação e entretenimento através do rádio e da televisão, internet, assim como as micro-ondas, os raios X, dentre outras, tendo como uma de suas características o fato de não necessitar de um meio material para se propagar. A era das NTIC/TDIC tem como base, quase em sua totalidade, a Física das ondas eletromagnéticas. (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009).

Conforme Nussenzveig (2002), ao tratar das ondas transversais, afirma que as ondas eletromagnéticas ocorrem quando o campo elétrico \mathbf{E} e o campo magnético \mathbf{B} em cada um dos seus pontos, oscilam de forma a estarem perpendiculares entre si à direção de propagação, conforme a Figura 33, não precisando de um meio para se propagar, como já mencionando anteriormente, de tal forma que a mesma pode ser encontrada no vácuo.

Figura 33 – Onda eletromagnética.



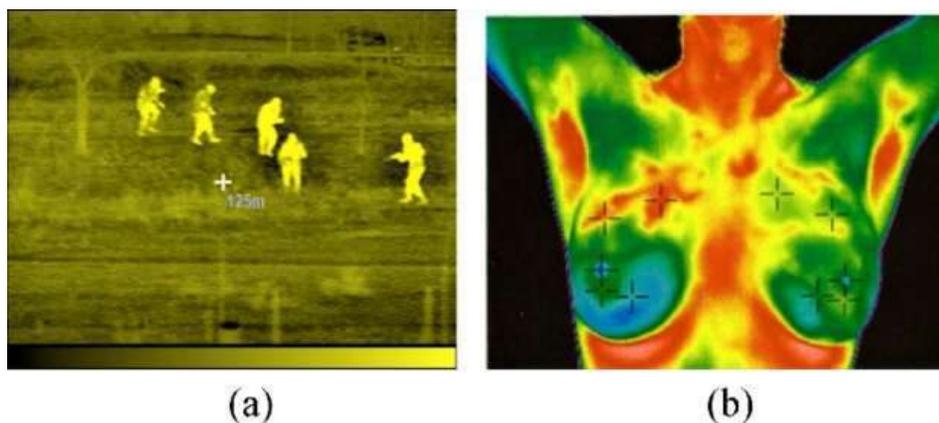
Fonte: <https://www.blog.ipv7.com.br/tecnica/ondas-eletromagneticas-em-sistemas-de-radio/>.

Tal afirmação toma como base os estudos James Clerk Maxwell (1831 – 1879), um físico e matemático britânico que mostrou que um raio luminoso é uma onda progressiva gerada a partir da relação dos campos elétricos e magnéticos. Pois no século XIX as ondas eletromagnéticas se resumiam a compreensão sobre a luz visível, os raios infravermelho e ultravioleta. Com as previsões teóricas de Maxwell, se tem a descoberta do que hoje é conhecido como ondas de rádio, por Heinrich Hertz, dentre outras.

No espectro de radiação eletromagnética, conjunto de ondas eletromagnéticas em várias frequências, é possível identificar a faixa do infravermelho dentre as várias existentes através de sua frequência ou de seu comprimentos de onda, tendo como característica a impossibilidade de ser visualizada diretamente pelo olho humano, sendo necessário a utilização de equipamentos adequados para sua detecção, já que é caracterizada por comprimentos de onda entre 730 e 1.000.000 nm (LEITE; PRADO, 2012).

Descoberta pelo astrônomo inglês William Herschel em 1800, a radiação infravermelha tem inúmeras aplicações, sendo utilizada em, por exemplo, na formação de imagens de visão noturna (a), mapeamento de temperaturas de um corpo são exemplos de aplicações utilizadas na área militar e na medicina (b), conforme a Figura 34, assim como na utilização de controles remotos, sensores de presença, sensores de movimento em videogames, aparelhos para diagnóstico médico, células solares para geração de energia elétrica, telescópios capazes de ver astros distantes que não possuem luz visível própria, entre muitas outras (MICHA, 2011).

Figura 34 - Exemplos de aplicações da radiação infravermelha.



Fonte: Micha (2011).

O simples ato de atar os cadarços de um tênis pode modificar a estrutura psicológica promovendo a formação de uma memória, gerando um significado. Analisando os exemplos já mencionados, dos vários possíveis além daqueles não mencionados, o que mais se encaixa como mediador para a formação do signo em relação ao INFRAVERMELHO para estudantes da geração Z, são os videogames por parte dos estudantes, onde o equipamento utiliza sensores de presença para detectar os movimentos realizados pelo jogador, sendo esse apenas uma das possibilidades no qual, os atuais equipamentos já utilizam (MICHA, 2011; VIGOTSKI, 2007).

Haja vista o avanço tecnológico dos recursos utilizados pelos videogames contemporâneos, e os compreendendo como um brinquedo, os mesmos possuem uma enorme influência no desenvolvimento dos jovens, sendo um objeto de grande interesse para os mesmos devido ao prazer proporcionado, gerando significados funcionais para conceitos ou objetos, tornando-as parte de algo concreto (VIGOTSKI, 2007).

6.2 Promovendo a interação social e criando as condições para a produção de significados

Para compreender a significação dos estudantes sobre a atividade realizada em sala, foi utilizado um questionário, contendo perguntas fechadas que possibilitava o comentário do participante conforme sua resposta, atendendo os objetivos específicos pela pesquisa, para os sujeitos buscando compreender as características dos mesmos, através da coleta dos dados, por meio de perguntas ordenadas, sendo respondido manualmente e objetivando da maior liberdade e conforto em suas respostas, foi solicitado que permanecessem no anonimato (MARCONI; LAKATOS, 2003; RICHARDSON, 2007).

O questionário foi apresentado logo após a aplicação do jogo “Onda Secreta”, sendo distribuído para os 24 alunos que estavam presentes, uma quantidade acima da média de frequência da turma que é de 22,5 estudantes por aula observada durante o período que ocorreu a aplicação da SD. É importante relatar que de todos os questionários distribuídos, no momento da análise dos dados, dois foram descartados pelo pesquisador, por considerar que os mesmos não trariam contribuições para o estudo como parte do *corpus*, ação validada por Moraes e Galiazzi (2011), por serem entregues em branco ou por trazer respostas desconexas.

Os questionários foram respondidos de forma anônima, permitindo ao estudante expressar suas considerações sem medo de sofrer qualquer tipo de represaria posterior, sendo assim, quando for necessário, as falas dos estudantes serão designadas com os nomes de grandes pensadores, físicos e/ou filósofos naturais que deixaram sua contribuição para o

desenvolvimento da humanidade, a exemplo de Einstein, Galileu, Newton, Marie Curie, dentre outros.

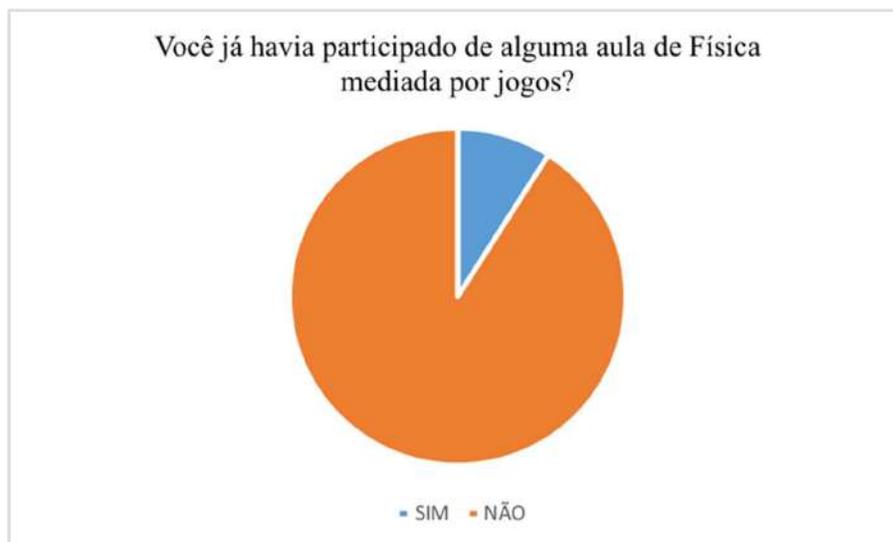
Para a análise através da ATD foram propostas quatro categorias delimitadas antes de ter início à análise dos dados, compondo a categoria *a priori*, sendo elas: Significações e apropriações de conceitos da Ondulatória; Novas possibilidades para a participação e interação dos alunos; *Gamificar* para internalizar; Contemplando situações teórico-práticas sobre os conceitos da Ondulatória.

Por não abordarem totalmente a magnitude das respostas que compõe o *corpus*, houve a necessidade da criação de mais uma categoria, agora formulada a partir das análises realizadas, sendo essa denominada como categoria emergente, listada como: Competir para internalizar. Tomando como base a avaliação dos estudantes para com a metodologia aplicada, é apresentada uma última categoria emergente: Motivando a aprendizagem.

6.2.1 Significações e apropriações de conceitos da Ondulatória

Tenta-se aqui compreender se houve significações e apropriações sobre os conceitos da Ondulatória trabalhados durante a SD e a aplicação do jogo Onda Secreta, tendo em vista que 20 (91%) participantes, conforme Gráfico 1, nunca tinha participado de alguma aula de Física mediada por jogos.

Gráfico 1 – Jogos em aulas de Física.



Fonte: Arquivos do autor.

Percebe-se que para os estudantes a aplicação do jogo foi “muito divertida”, dando ideia de brincadeira e gerando diversão, palavra que vem do latim *diversio.onis* e remete a ideia de passatempo ou algo que venha a distrair, a exemplo das falas expostas a seguir, quando os estudantes são questionados sobre o aprendizado envolvido no jogo Onda Secreta:

Hertz: *“Porque foi muito divertido, e chamou a atenção dos alunos.”*

Torricelli: *“Porque o jogo trata-se do conteúdo passado em sala de aula e é muito divertido.”*

Maxwell: *“Porque aprender de formas diferentes, principalmente com jogos ou brincadeiras, se tem muito mais proveito e resultado, e eu aprendi muito com o jogo.”*

Enquanto Hertz e Torricelli compreendem, pelo menos inicialmente, a atividade realizada como algo divertido, na fala de Maxwell já é percebido que existe uma ligação entre o jogo e a “brincadeira” com o aprendizado, o que denota a formação de um conhecimento internalizado durante o processo, gerando um significado.

Gráfico 2 – Gerando significado.



Fonte: Arquivos do autor.

Conforme o Gráfico 2, todos os participantes analisados entendem que o jogo Onda Secreta permite gerar algum aprendizado, quando foram questionados sobre essa condição, conforme relatos abaixo:

Pitágoras: *“Sim, porque apesar de ser um “jogo”, podemos aprender com ele.”*

Arquimedes: “*Porque o jogo ajudou a fixar o assunto e despertar a vontade de aprender.*”

Celsius: “*Porque o jogo é bom porquê contém vários elementos que faz [sic] aprendermos mas [sic] rápido.*”

Os três estudantes já percebem uma maior conexão entre o jogo e a aprendizagem, termo que vem da palavra “aprender” e esta vem do latim *apprendo*, e dentre os vários significados que possui, destaca-se aqui a ideia de adquirir conhecimento e vir a ter uma melhor compreensão de algo, instruindo-se a partir de estudo.

Para alguns foi divertido, como Hertz e Toriccelli, mas não demonstram se realmente aprenderam algo, segundo Pozo e Crespo (2009), os alunos, em sua maioria, apresentam uma certa aversão, ao que os autores chamam de *árvore da ciência*, em que realizam uma analogia entre a passagem bíblica de Adão e Eva e a árvore do fruto proibido que existia no paraíso criado por Deus. No caso, dos estudantes, o que se percebe é o contrário, não existe simpatia aos seus frutos da árvore da ciência, portanto, boa parte dos alunos não aprendem a ciência que lhe é ensinada, tendo dificuldade conceituais, na utilização de estratégias de raciocínio e solução de problemas relacionados aos trabalhos científicos.

Pozo (2002), ao tratar da relação entre a aprendizagem da cultura à cultura da aprendizagem, o autor destaca a aparente “deterioração da aprendizagem”, termo destacado em sua obra, e que entende que o desejo cada vez mais exigente por novos conhecimentos, saberes e habilidades que deve ser proposto para qualquer estudante, no caso, em especial a jovens que fazem parte da geração Z, e logo mais a Alpha. Isso pode demonstrar que existe a necessidade de desenvolver melhorias a SD, que auxiliou o projeto, e o Jogo Onda Secreta, o produto educacional em questão.

6.2.2 Novas possibilidades para a participação e interação dos alunos

Nas primeiras ideias e projeções do jogo Onda Secreta, o mesmo deveria ser um jogo para equipamentos moveis e de abordagem individualizada. A busca por mecanismos que gerassem algum tipo de motivação nos participantes, mesmo que extrínseca, proporcionando a mudança para uma atividade que agregassem todos os estudantes em um único momento e que proporcionasse a participação e interação dos mesmos, possibilitando que assim pudessem despertar o interesse pelo tema abordado, o que motivou a idealização dessa categoria (POZO; CRESPO, 2009).

Conforme o Gráfico 3 o produto educacional obteve êxito quanto essa prerrogativa, já que houve um consenso entre os participantes que a participação e a interação foi desenvolvida entre os que ali estavam e o que é evidenciado pelas observações realizadas, assim como das falas de Hertz e Copérnico quando questionados sobre o tema:

Hertz: *“Pois todo o grupo conversaram [sic] a respeito das questões, aproximando ideias e interação com os colegas.”*

Copérnico: *“Porque o jogo induz o aluno a responder as questões trabalhando em equipe e compartilhando conhecimentos sobre o assunto.”*

Hawking: *“As [sic] vezes nos [sic] temos duvidas [sic] da resposta que iremos dizer, mas debater com meus colegas me ajuda na escolha.”*

Gráfico 3 – Sobre a participação e interação dos alunos.



Fonte: Arquivos do autor.

Hertz, Copérnico e Hawking ressaltam o fato de conversarem a respeito das questões, trabalhando em equipe, compartilhando o conhecimento através de debates, o que por fim, acaba gerando um significado para eles, motivado pela participação na atividade e a interação entre os membros das equipes e entre as equipes.

Entende-se que o envolvimento está diretamente ligado a concepção histórico-cultural de ensino e aprendizagem em conjunto com o processo de transmissão e desenvolvimento do conhecimento dos estudantes e que implica na interação social dos estudantes, fomentando a participação nas tomadas de decisões das equipes, o que acarreta na formação das funções

psicológicas superiores destes, sendo este, claramente um resultado do processo histórico-social (GASPARIN, 2007; VIGOTSKI, 2007).

Nas palavras de Pozo (2002, p. 60), “aprender implica sempre, de alguma forma, desaprender.” Seguindo esse raciocínio, motivar um estudante é mudar as propriedades desse personagem ativo da educação, sendo importante a questão de partir dos interesses e predileção dos alunos para gerar outros novos interesses, e, preferencialmente, que tenha correlação com seu cotidiano e que os façam interagir com o que científico, para tal, a interação na sala de aula é fundamental (POZO; CRESPO, 2009).

Todo esse processo de significação está ligado a uma tomada de consciência coletiva das equipes e que ainda envolve o social, interpessoal, sendo esse um dos primeiros passos para a aprendizagem subjetiva, pessoal, intrapessoal (GASPARIN, 2007). É importante compreender que a diversidade de personalidades podem gerar compreensões diferenciadas perante essa categoria que envolve a participação e a interação entre os estudantes, a exemplo da visão de Arquimedes, em que o contato com estudantes de outras equipes pode gerar choques ou conflitos entre as diversas personalidades que existem no universo de uma sala de aula e que pode ocorrer em qualquer atividade realizada na mesma.

Arquimedes: “*No meu caso ajudou a resolver uns problemas e com “colegas” de turma de outros grupos gerar problemas.*”

Nessa categoria, é possível perceber o surgimento de uma motivação intrínseca, que gera um esforço do estudante em compreender melhor o que está sendo abordado, tornando o tema abordado interessante para o mesmo. É fato que para estudantes em anos finais do Ensino Fundamental, assim como para estudantes do Ensino Médio, encontrar uma motivação intrínseca e que o envolva aos temas abordados, sendo intervenções como a apresentada nesse estudo, extremamente necessárias para o avanço dos mesmos em suas concepções.

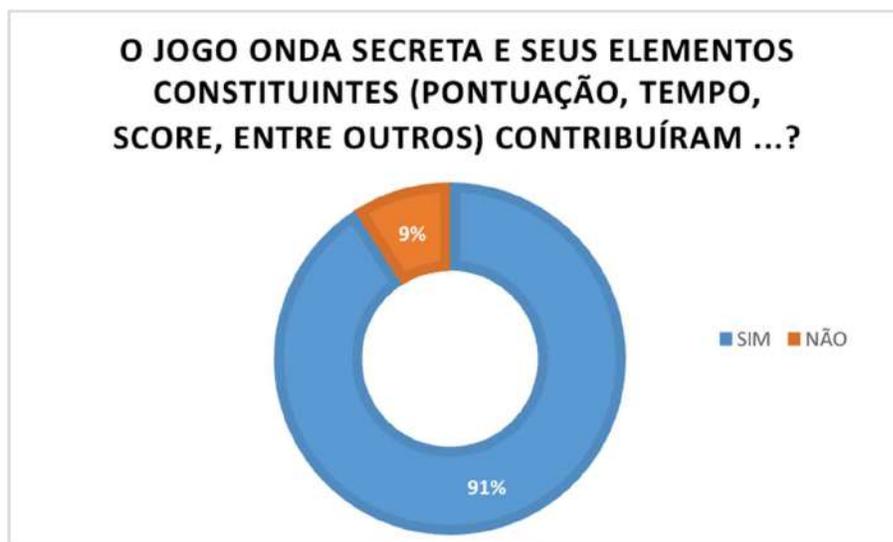
6.2.3 Gamificar para internalizar conceitos

Tendo como um dos objetivos específicos desse estudo elaborar um jogo eletrônico, produzido a partir do *Scratch*, e compreendendo que este pode ser um potencializador da apropriação de conceitos da Ondulatória, já que o mesmo se propõe a utilizar a *gamificação*, estratégia didática que emprega artifícios até então observados exclusivamente em jogos, como mecanismo mediador para os mais variados temas e dessa forma motivar os alunos, estando aqui para favorecer a apropriação de temas científicos e conseqüentemente sua internalização

ao gerar significado, sendo necessário tê-la como uma das categorias aqui analisadas na tentativa de obter a percepção dos participantes.

Em seções anteriores, ao citar Fardo (2013b), tomando como base McGonigal (2011), que ressalta a utilização da voluntariedade, abordada na categoria anterior, além da utilização de regras, assim como objetivos e de *feedbacks*, já permitem a construção de um jogo *gamificado*, atraindo a atenção dos estudantes, conforme é apresentado pelo Gráfico 4, onde é constatado que para dois participantes, 9% de um universo de 22 participantes, esses elementos não fizeram diferença para motivar sua aprendizagem, o que é extremamente plausível na aplicação de qualquer metodologia ativa.

Gráfico 4 – Sobre a utilização da *gamificação*.



Fonte: Arquivos do autor.

Isto posto, se tem o entendimento que, *gamification/gamificação* ainda não faz parte do vocabulário da Língua Portuguesa, sendo esse o motivo de ser apresentada sempre em destaque, mas a mesma é proveniente do palavra *game*, sendo este um termo originário do inglês arcaico *gamen*, que significa brincadeira, diversão, assim como do gótico *gaman*, que remete a participação. A essência dessas palavras, encaminha para o jogo/jogar, sendo observado isso nas falas apresentadas a seguir e que podem representar a opinião 91% dos participantes.

Lattes: “*Porque a gente mesmo errando a questão a gente aprende.*”

Celsius: “*Porque o jogo é bom porquê contém vários elementos que faz aprendermos mas [sic] rápido.*”

Lattes e Celsius, ressaltam o aprendizado mediado pela participação da aplicação do produto educacional. Essa motivação pode ter em suas bases uma característica extrínseca, mas que pode ser transformada em intrínseca, já que em uma educação científica, existe a necessidade de gerar um interesse nos estudantes, mudando suas atitudes em relação à aprendizagem (POZO; CRESPO, 2009).

Conforme Fardo, (2013), a *gamificação* e todo o seu conjunto de elementos tem como objetivo proporcionar a maior interação possível e engajamento em seus participantes, conforme relata Einstein, ao ser questionado quando a utilização da metodologia durante as aulas de Física e Hawking, que visualiza uma anormalidade para sua vida estudantil quanto a realização da atividade:

Einstein: “*A aula ficaria [sic] mais interessante.*”

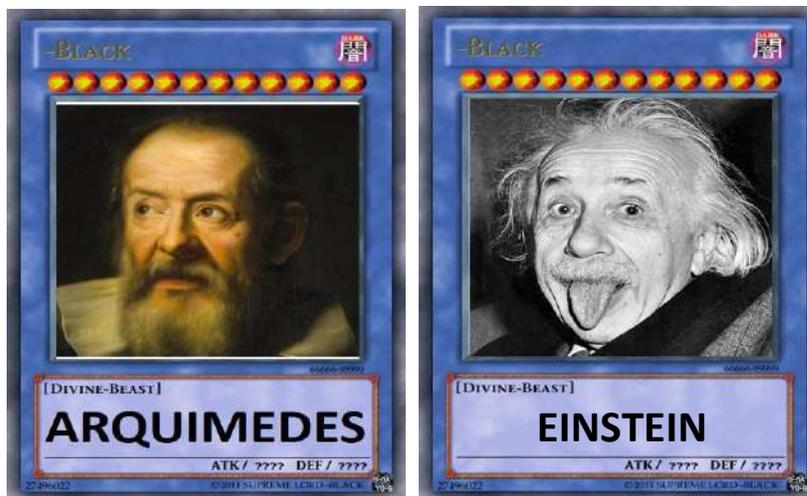
Hawking: “*Porque fogui [sic] do comum, é diferente e inovador.*”

A aplicação do jogo realizada, apesar de não ter um fundo recreativo, mas tendo como foco a aprendizagem, acabou por gerar algum entretenimento e conseqüentemente algum grau de divertimento aos participantes, os mobilizando e motivando. Essa atividade, quando aplicada a diferentes indivíduos, ou como no caso da atividade em questão, em grupos de indivíduos, acabam por se submetem a uma concorrência entre si, seguindo um conjunto de regras previamente determinadas, permite a geração de significados aos participantes através de seus elementos, por mais simples que seja, como é intuída na fala de Kelvin, ao ressaltar a utilização das cartas e de seus personagens.

Kelvin: “*A escolha das cartas (personagens).*”

Claramente a *gamificação* está presente no que é exposto por Kelvin, já que a aplicação dos dois elementos destacados, a exemplo do que é apresentado na Figura 35, não foram adicionados aleatoriamente. As cartas utilizadas durante as fases tem como base um jogo de cartas colecionáveis de grande apelo perante a comunidade estudantil, assim como a utilização de grandes pensadores, físicos e/ou filósofos naturais. A intenção foi claramente criar mais um mecanismo motivador, com a finalidade de gerar uma mudança de prioridades para com os estudantes na relação com a aprendizagem na busca de objetivos para alcançar uma educação científica.

Figura 35 – Cartas do jogo.



Fonte: Arquivos do autor.

Os elementos destacados e visualizados nas falas dos estudantes, e os demais que não foram ressaltados, representam como a conexão entre eles permite gerar ao máximo uma semelhança de um *game*. Compreende-se que isso permitiu a geração de estímulo e que em algum momento o estudante conectou ao que já sabia um novo conhecimento, aprendeu ao desaprender, gerando significado ao que foi internalizado

6.2.4 Contemplando situações teórico-práticas sobre os conceitos da Ondulatória

Para a aplicação do produto educacional, o jogo “Ondas Secretas”, objetivou-se a contemplação de situações teórico-práticas que abordassem conceitos da Ondulatória, de forma que gerasse nos estudantes algum grau de interesse ao que lhes fosse apresentado, tomando como base circunstâncias que estivessem no seu dia a dia, que se adequasse as limitações da formação do *Scratch*, e que possibilitassem incentivar a aprendizagem através da formação de significados (POZO; CRESPO, 2009). Conforme o Gráfico 5, que representa o entendimento dos estudantes sobre a percepção em relação as situações-problema apresentadas, no qual deveriam ser discutidas entre os membros das equipes, há um consenso que todo o processo *gamificado* influenciou na resolução das mesmas.

Gráfico 5 – Sobre a promoção da interação entre os estudantes.



Fonte: Arquivos do autor.

Ao analisar as falas de Hawking, Newton e Pitágoras, entende-se que os mesmos veem nas situações-problema do seu dia a dia, ou seja, do seu cotidiano:

Hawking: “*Porque existem questões que envolvem o nosso dia a dia.*”

Newton: “*Pois vi situações problemas do dia a dia.*”

Pitágoras: “*Porque “ondas” estão presentes no nosso dia-a-dia [sic].*”

A origem da palavra cotidiano, vem do latim *quotidianus/cottidianus* e como já mencionado, é uma referência aquilo que ocorre todos os dias, diário, a exemplo da Figura 36, que remete a uma situação, infelizmente, cotidiana para muitas famílias e que tem como base um *meme*, termo utilizado para designar ou descrever, imagens, vídeos, dentre outros, que se espalham pela internet com grande velocidade.

Figura 36 – Situação-problema apresentada aos estudantes.

FASE BRONZE - PERGUNTA 04

TEMPO 114

O "meme" apresentado abaixo se refere a que tipo de fenômeno ondulatório?

A) polarização.
B) difração.
C) ressonância.
D) interferência.
E) reflexão.

SUA REAÇÃO

AO OUVIR BRIGA DE VIZINHOS

VOLTAR

Fonte: Arquivos do autor.

O estudo da Física para estudantes do Ensino Médio, busca explicar e analisar as situações cotidianas e, fundamentalmente, para que o mesmo perceba e compreenda o que está ao seu redor, sendo necessário a apresentação de situações-problema para que assim possa ir além daquilo que já tem como domínio. A Figura 36 é a representação simplificada de uma situação-problema, conforme mencionado pelos participantes da pesquisa, que gerou uma melhor compreensão de determinado fenômeno ondulatório, no caso a Difração, permitindo uma melhor compreensão, podendo sanar dúvidas existentes, gerando aprofundamento e promovendo a internalização do tema abordado, (GASPARIN, 2007; POZO; CRESPO, 2009) a exemplo da fala de Galileu, expressa logo em seguida.

Galileu: “*Sim, exercitou o que já tínhamos estudado e tirar [sic] algumas dúvidas.*”

Ao analisar o que Doppler expressa em suas duas falas, apresentadas logo em seguida, é possível ressaltar o “contextualizar”, que é derivado da palavra “contexto” e tem origem do latim *contextus,us*, do v.lat. *contexĕre*, que significa entrelaçar, reunir tecendo.

Doppler: “*Pois as questões abordavam todos os assuntos de maneira contextualizadas visando incentivar os alunos a buscar conhecimento.*”

Doppler: “*As questões eram bem contextualizadas, mostrando bem como os conhecimentos físicos se aplicam no dia-a-dia [sic].*”

A desmontagem das falas de Doppler, tendo em vista o que ele trata do “contexto”, entende-se que o mesmo emana a percepção que houve uma fuga do abstrato, daquilo que

poderia desviar-se da sua realidade cotidiana, para algo que lhe é concreto. A ideia é formar uma inter-relação entre circunstâncias que acompanham determinado fato ou situação, podendo estar arrolado a conjunto de palavras, frases, ou o texto que precede ou se segue a determinada palavra, frase ou texto, e no caso, um *meme*, que contribui para a geração de algum significado.

Como explicita Pozo e Crespo (2009), ao proporcionarem exemplos que possibilitam uma maior conexão com seu cotidiano, o docente disponibiliza um mecanismo mediador, e que pode ser um elemento motivador para os alunos, principalmente quando o objeto de estudo é algo que não pode ser visto. Gasparin (2007), compreende que o conhecimento do professor, adquire através de sua prática pedagógica, em conjunto com outras características inerentes a profissão, como as capacitações continuadas, consegue, ou pelo menos pretende, unificar o conhecimento do estudante ao conhecimento científico, permitindo que o mesmo prossiga no desenvolvimento em seu nível cognitivo de compreensão do que é estudado.

Certamente, os autores estão corretos em suas falas. Buscar unir o que é científico aquilo que é, por muitas vezes, cultural do estudante, para promover um novo aprendizado ao reorganizar o conhecimento do discente, em algo que as vezes é até mais simples, requer a utilização de um trabalho docente focado nas mudanças dos conceitos e crenças trazidos até aquele momento.

6.2.5 Competir para produzir e se apropriar de novos conceitos

O processo de *gamificação* envolve uma variedade de elementos encontrados dentro dos jogos, mencionados em seções anteriores, quando discutido sobre a interação e engajamento dos participantes. Quanto a esse projeto, a fala de Fardo (2013b), serviu de embasamento para a utilização de uma estratégia *gamificada* no jogo Onda Secreta, quando o mesmo ressalta que a presença da voluntariedade, de regras, além dos objetivos e a da apresentação de feedbacks para os participantes, já *gamificar* um jogo, considerando que os quatro elementos citados, são básicos para tal, ao adotar como base McGonigal (2011).

O surgimento de um quinto elemento, a competição, era compreensível, mas não foi tomado em consideração na elaboração do jogo, já que a mesma não foi o foco da atividade, mas sim o de promover a mediação dos conceitos da Ondulatória para estudantes do Ensino Médio. Todavia, o mesmo se tornou presente durante a aplicação e foi evidenciado durante a análise das falas dos estudantes, gerando a necessidade da criação de uma categoria intermediária para analisar a compreensão sobre o tema.

Tendo sua origem do latim *competitio,ōnis* que significa acordo, ajuste, rivalidade, competência, o termo “competição” ainda pode ser compreendido como uma concorrência a uma mesma pretensão por parte de duas ou mais pessoas ou grupos, com o objetivo de igualar ou superar o outro, como se percebe na fala a seguir:

Maxwell: *“Ajudou com o relacionamento com o professor, passei a gostar mais dele, mas com os colegas gerou discórdia, deu raiva de muitos que enrolaram e usaram calculadora.”*

Apesar de não citar em sua fala, Maxwell trata da rivalidade que há dentro da competição quando questiona os recursos utilizados para a obtenção de respostas por outras equipes na busca de alcançar o resultado correto para alguma situação-problema durante a aplicação do produto. Conforme Palma (2010) os conflitos surgem das contradições, mas em contrapartida, geram também um maior esforço, pois mobilizam os sujeitos, produzindo seu desenvolvimento e a busca por novas ferramentas, para alcançar seus objetivos.

Em contrapartida, percebe-se em Bohr, Torricelli e de Doppler, em dois momentos, uma concepção de competição diferente do que é apresentado por Maxwell, como pode ser visualizado e discutido logo em seguida:

Bohr: *“Pois praticando e fazendo questões, e ainda mais com a competitividade do jogo, é um modo melhor e mais prático de se aprender.”*

Doppler: *“A competição me estimulou a ganhar e por tanto foi necessário a busca pelo [...]”*

Torricelli: *“Os grupos concorreram entre si foi bastante divertido.”*

Doppler: *“A competição entre as equipes estimulou a cooperação entre os integrantes dos times favorecendo a interação da turma de forma saudável.”*

Pozo e Crespo (2009), entendem os estudantes modernos não possuem qualquer interesse na ciência, de forma que os mesmos não querem promover qualquer tipo de esforço para realizar estudos na área devido à necessidade de promover algum trabalho intelectual, por menor que seja. Essa situação é perceptível com os estudantes adolescentes, fase na qual os participantes dessa pesquisa se encontram, tendo estes já com algum desenvolvimento pessoal, além de metas e preferências, assim como hábitos que não favorecem o aprendizado, a exemplo da utilização excessiva de *smartphones* e todo o mundo virtual que a internet permite alcançar, gerando uma desmotivação para com a aprendizagem escolar.

Das inúmeras metodologias existentes, a exemplo da utilização do ensino híbrido, a proposição de uma sala de aula invertida ou a promoção de uma aprendizagem baseada em

problemas, sendo todas essas metodologias ativas e nenhuma discutidas aqui, a *gamificação* propõe ajudar o estudante a mediar a sua busca pelo conhecimento através de desafios, fases, conquistas e trabalho em equipe, já que a comunidade estudantil contemporânea tem como diversão jogos que trabalham com desafios, recompensas, de competição e cooperação dentre outros (ANDREETTI, 2019).

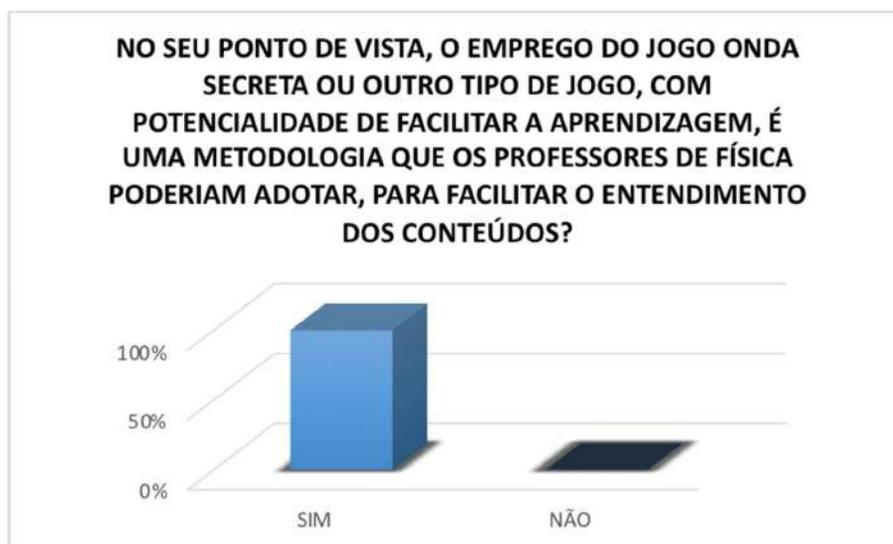
Para Fardo (2013), a competição e a colaboração são duas características fundamentais dos *games*, sendo extremamente explorados pelos jogos que utilizam plataformas em ambientes virtuais, podendo ser apresentadas de forma mútua, ou não, potencializando a interação entre os participantes, podendo fornecer mais um contexto para os objetivos a que se propõe o jogo.

Não é preciso realizar um desmonte das falas para compreender um sentido diferente do Maxwell esboçou, mas a utilizando, percebe-se que há sim a competitividade, ao tentar se igualar ou superar a outra equipe, mas a mesma está em segundo plano, e de forma amigável, havendo uma corrida pelo conhecimento que está acompanhada de um momento de diversão, em que se tem o envolvimento com algo que seja prazeroso aos participantes, gerando uma experiência imersiva, promovendo a formação de significado aos estudantes, através da socialização e a cooperação, ante a simples competição.

6.2.6 A motivação sendo educada para a aprendizagem

Despertar o interesse pelo estudo das ciências, conforme Pozo e Crespo (2009), é um dos objetivos da educação científica, e este estímulo é produzido pela motivação de mudar prioridades do estudante, alterando sua maneira com que se comporta perante a aprendizagem. Buscando promover um melhor ensino de Física e tendo como foco potencializar a apropriação de conceitos relativos a Ondulatória, será apresentada a avaliação dos estudantes perante a metodologia *gamificada* que lhes foi apresentada por meio da aplicação do jogo Onda Secreta, tomando como base respostas obtidas através da aplicação do questionário, e que é apresentado no Gráfico 6.

Gráfico 6 – Sobre a mediação da aprendizagem.



Fonte: Arquivos do autor.

Conforme o Gráfico 06, quando são questionados se o jogo Onda Secreta, ou qualquer outro jogo, promoveria alguma facilidade nos seus estudos, todos foram enfáticos em afirmar que a aprendizagem pode ser mediada por esse tipo de estratégia metodológica. As significações podem ser reconhecidas nas falas apresentadas a seguir para essa e outras questões:

Feyman: “*Porque tem várias coisas no dia-dia [sic] que se utiliza ondulatória e eu não sabia.*”

Doppler: “*As questões bem contextualizadas, mostrando bem como os conhecimentos físicos se aplicam no dia-a-dia [sic].*”

Pitágoras: “*Porque “ondas” estão presentes no nosso dia-a-dia [sic].*”

Curie: “*Pois convivemos no nosso dia a dia com as “ondas”.*”

Percebe-se que os participantes compreendem a relação entre o estudo das Ondas e a sua rotina diária, tendo em vista que elas fazem parte de seu cotidiano, quando se percebe a repetição do termo “dia a dia”.

O fato de destacarem que é algo que acontece diariamente em suas vidas, remete ao termo “cotidiano,” que tem sua etimologia oriunda do latim *quotidiānus* e como já mencionado, significa “de todos os dias”, demonstrando que os estudantes podem ter obtido uma mudança de atitude perante o que ocorre a sua volta, caracterizando o surgimento de alguma **aprendizagem**. Esse comportamento não significa que agora pensam como um cientista, mas

que tomaram posse de uma forma mais interessante de compreender os fenômenos que estão à sua volta (POZO; CRESPO, 2009).

A **aprendizagem** remete a adquirir um novo ponto de vista, ter um desenvolvimento cognitivo, rejeitando entendimentos anteriores, sendo a consequência da agregação sistemática de novos conceitos. Todo esse processo corrobora com a formação de um pensamento científico, que está atrelado a revolução e evolução, sendo estas mutualmente ligadas ao desenvolvimento, estando uma o pressuposto da outra e vice-versa (VIGOTSKI, 2007).

As próximas falas apresentam o entendimento dos estudantes, quando questionados diretamente sobre a metodologia pelo qual tiveram contato:

Bohr: *“Saber responder todos as questões sem ter dificuldades.”*

Einstein: *“Foi muito participativo, competitivo, no entanto me fez eu me concentrar, fazendo com que eu aprendesse.”*

Joule: *“É uma forma mais dinâmica de aprendizado, além de ser uma atividade em grupo, aumentando o introsamento [sic] da turma.”*

Ao analisar as falas de Bohr quando afirma “saber responder”, em Einstein, ao ressaltar a interação e competitividade, elementos da *gamificação*, destacando a percepção da internalização do tema abordado com o “eu aprendesse” e Joule, ao salientar a prática como “forma mais dinâmica do aprendizado” além de gerar uma interação com os componentes de sua equipe, percebe-se que os mesmos estão ressaltando que houve uma mediação dos temas abordados, devido a internalização de conceitos que podem ser percebidos no seu cotidiano, corroborado pelas falas de Feynman, Doppler, Pitágoras e Curie, expostas em um primeiro momento, sobre tudo que há formação de um significado para todos os participantes, portanto, houve **aprendizagem**.

Para Pozo (2002), o que se presencia atualmente é uma sociedade voltada para a aprendizagem. O autor, infelizmente, ainda destaca que possivelmente, a sociedade atual, é também aquela que mais desperdiça tempo em obter conhecimentos inúteis. É importante observar que tendo em vista que no ano da publicação de sua obra, as redes sociais, tão pouco o acesso à internet, que representam bem as fontes de informação mais procuradas atualmente, não tinham tanta abrangência como possuem quase duas décadas depois e nem a quantidade de informação trocada entre as pessoas.

Nesse sentido, ao utilizar a *gamificação*, ou alguns de seus elementos, o docente está levando em consideração o momento pelo qual seus alunos passam e que estes fazem parte de uma geração que está apta, e necessitada, de uma nova cultura de aprendizagem, tomando como

base para novas formas de mediar o ensino, além de reconhecer as dificuldades que enfrentam e assim ajuda-los a superá-las, motivando-os a descobrir o interesse pela ciência (POZO, 2002; POZO; CRESPO, 2009).

A compreensão de que houve uma aprendizagem efetiva quando se trata de temas ligados ao estudo da Física, não está vinculada apenas a compreensão mais precisa e concisa em saber expressar ou compreender fórmulas matematizadas. Haja vista que cada turma compõe um universo diferente das demais, a Física pode ser desenvolvida em sala de aula especificadamente as limitações dos membros daquele universo, conforme seu nível de desenvolvimento mental e afetivo, assim como a idade, a capacidade de compreensão de conceitos, além de toda a estrutura escolar e social. Portanto, os limites superiores de desenvolvimento definido a serem buscado e, possivelmente, atingidos através do trabalho escolar pode ser entendido como o possível, e significar que houve aprendizagem por parte dos membros daquele universo, sendo esta em maior ou em menor grau, mas sempre buscando superar as suas fronteiras (GASPARIN, 2007; VIGOTSKI, 2007).

Apesar de observar a formação de significado nas falas dos estudantes, que demonstram uma boa avaliação sobre a metodologia aplicada devido à aprendizagem gerada, mas é importante apresentar o relato de Curie, que inicialmente afirmou reconhecer fenômenos da Ondulatória em seu cotidiano, mas ao ser questionada se adquiriu novas motivações para aprender os mesmos conceitos, apresentou uma resposta negativa, e expôs a justificada exibida a seguir:

Curie: *“Por que não gosto de Física.”*

Segundo Moraes e Galiazzi (2011) é possível obter várias leituras da afirmação de Curie, através da polissemia que está presente nos textos. Dessa forma, aparentemente, o que se entende é que apesar de adquirir aprendizagem ao perceber os fenômenos trabalhados no seu cotidiano, e assim gerar algum significado, Curie, por motivos adversos, infelizmente, não adquiriu qualquer motivação intrínseca pelo estudo da Ondulatória.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A procura por recursos que pudessem agregar as aulas de Física, a afinidade com NTIC e TDIC, em conjunto com a motivação de ser um professor melhor e conseguir uma mediação mais efetiva junto aos alunos, motivou a produção dessa pesquisa. Dessa forma, esta seção tem por finalidade elencar as principais conclusões e as significações produzidas no decorrer da elaboração, produção, aplicação do projeto e análise dos dados desta pesquisa.

Vale destacar que, uma das grandes questões sobre o projeto, foi sobre o que seria realmente o produto educacional a ser aplicado com os estudantes: uma sequência didática com a aplicação de um jogo ao seu final ou um jogo que teria uma sequência didática para auxiliar a sua aplicação?

O produto educacional é o jogo Onda Secreta, produzido através do *Scratch*. A sequência didática é uma ferramenta de apoio para aplicação do produto educacional, que se apresenta como uma sugestão a quem venha aplica-lo, tendo caráter flexível e consequentemente adaptativa aos estudantes, aos docentes e a realidade na qual convivem, tendo este o motivo de não ser discutida, compondo o Manual de Apoio ao Professor de Física, que será disponibilizado, assim como o acesso ao produto educacional em questão.

A flexibilidade da SD foi utilizada durante a aplicação considerando que não foi possível realizar as atividades da forma planejada e com os encontros determinados, devido a ações externas aos participantes da pesquisa. Essas ações externas foram as mais variadas, indo desde a realização de palestras e apresentações culturais para a comunidade estudantil, como ensaios para eventos comemorativos referente ao período de aplicação do produto educacional, passando por atraso no repasse de recursos para a compra de alimentos impedindo o preparo das refeições, obrigando a liberação dos estudantes em um horário mais cedo que o habitual, tão como as solicitações por parte dos estudantes para atender suas expectativas a participação do ENEM, assim como pequenas situações rotineiras que acabam por contribuir para o impedimento de uma aplicação contínua e idealizadas das atividades planejadas na SD.

Dessa forma, alguns encontros tiveram que ser aglutinados, estendidos ou realocados, tendo que se adequar à realidade da escola, o que de forma geral não trouxe muitos transtornos, mas deve ser relatado, visto que essas situações fazem parte do cotidiano escolar. Essa flexibilização é respaldada por Gasparin (2007), quando o autor afirma que não se pode ditar os procedimentos que o professor irá realizar, tendo em vista que existem diversos modos para a realização das atividades sem burlar o método assumido.

Sobre o *Scratch*, linguagem de programação gráfica que permite seu manuseio a qualquer pessoa, mesmo sem um conhecimento sobre a área, sendo especialmente utilizado como recurso educacional, já que permite a produção de inúmeros projetos, tendo os jogos apenas uma de suas inúmeras facetas. Uma de suas qualidades é o fato de não permitir o encaixe de blocos aleatoriamente, diminuindo assim as chances de erros que normalmente ocorrem na produção de programas baseadas em linguagens de programação textual.

Outra característica importante para um jogo produzido no *Scratch*, é que os professores, ou até mesmo os estudantes, poderão “remixar” o jogo, sendo esses um dos grandes trunfos do plataforma, pois se esse jogo tem como objetivo mediar conceitos da Ondulatória, outro professor, se assim desejar, pode a partir deste, elaborar outro jogo tendo como foco outra área de estudo que lhe for de interesse ou apenas substituir as questões por outras que acreditar ser necessário e sem muitas dificuldades devida a interface gráfica, com seus blocos de comando com diferentes cores e formatos, de forma simples e intuitiva.

Quanto ao processo de produção do produto educacional, tornou-se necessário realizar algumas observações, enquanto usuário do *Scratch*. Apesar de disponibilizar algumas fontes, o mesmo tem limitações no que se refere a outros tipos de formatação textuais básicas, não permitindo, por exemplo, a utilização de textos em negrito, da mesma forma, a utilização de expoentes matemáticos, o que pode prejudicar um pouco a produção de enunciados de algumas situações-problema que necessitem a exposição de potência matemáticas, dentre outros, o que não inviabiliza a sua utilização por docentes dessas áreas.

A escassez de pessoas com domínio sobre a ferramenta ainda é algo a ser considerado, mesmo dentro da comunidade de programadores, obrigando a utilização de sites, redes sociais, You Tube e a participação em fóruns, para a obtenção de ajuda sobre o tema em questão. Tendo em vista que qualquer docente que queira “remixar” o jogo deverá apenas alterar o conteúdo das questões e das alternativas, o mesmo não sofrerá os problemas citados anteriormente, devendo apenas consultar o Manual de Apoio ao Professor de Física.

Já em sala de aula, ao dar início à abordagem da temática proposta através da roda de conversa, por meio da música *Certas Coisa*, composição de Lulu Santos, e toda sua dicotomia entre a presença e a ausência que é tratada na canção e mais algum estímulo proporcionado pelo professor, mediante a questionamentos, foi possível captar a compreensão dos estudantes sobre Ondas e suas concepções prévias/empíricas sobre o tema e dar início a geração de novos significados para os mesmos, estimulando seu senso crítico, para construir um pensamento científico. Como o universo que era, a roda de conversa permitiu compreender um pouco do

perfil dos estudantes da turma, reconhecendo os que estavam, ou se apresentavam, totalmente alheios ao tema abordado, assim como estudante que apresentavam conhecimento mais aprofundado, possuindo algum grau de motivação intrínseca ligada ao pensamento científico.

Após a análise dos dados obtidos através da roda de conversa, tendo como base na perspectiva vigotskiana e compreendendo que antes de ensinar é necessário ouvir e aprender com os alunos, foi possível observar que a turma, mesmo sendo pequena, era caracterizada por um universo bem vasto de estudantes, permitindo iniciar a construção do conhecimento científico escolar em conjunto com o corpo discente gradativamente ao compreender suas limitações e motivações, assim como suas concepções, para poder encontrar o caminho que permitisse a formação de um conhecimento científico (GASPARIN, 2007).

Após todo o processo de aplicação da SD, projetada para auxiliar a aplicação do jogo Onda Secreta, observou-se que a aplicação do produto educacional ocorreu sem grandes problemas, posto que os alunos compreenderam todas as regras, assim como o enunciado das situações-problema apresentadas, tendo o tempo proposto adequado para o bom emprego do jogo e todas as suas três fases, mesmo tendo equipes que, por ventura, não conseguiram encontrar a resposta correta e a pergunta sendo passada para uma outra equipe, o tempo foi hábil e todas as respostas foram devidamente encontradas. Um dos aspectos que pode ocorrer para com o professor, que atua como mediador, é que este deve ficar atento às animosidades que possam vir a surgir entre as equipes, devido a competitividade de alguns estudantes.

Ainda sobre a aplicação do produto educacional, observou-se que a ideia de realizar a atividade com equipes de estudantes foi a mais adequada, já que a mesma permitiu uma maior interação dos estudantes, podendo não ter obtido resultados tão satisfatórios se fosse aplicado individualmente. A figura do professor, como mediador da atividade, também é fundamental para orientar a aplicação e acalmar ânimos mais acirrados. De toda maneira, ao final da aplicação, todos os estudantes se apresentaram satisfeitos com a participação na atividade.

A análise dos dados, após a aplicação do produto educacional, permitiu também avaliar todo o *corpus*, através de quatro categorias *a priori* e duas intermediárias. Ao analisar o *corpus*, devido ao grande universo de estudantes contidos ali, mesmo com um quadro de estudantes reduzido quando comparado a outras turmas da mesma série, foi possível perceber que existiam estudantes que estavam abertos para captar a conexão que existia entre o jogo e a aprendizagem, enquanto outros não estavam tão acessíveis a produção de novos significados, mesmo com alguma motivação extrínseca.

De qualquer forma, os elementos que compõe a *gamificação* foram uma constante nos relatos, devido a utilização de elementos, tradicionalmente, encontrados nos jogos, como o conflito, cooperação, competição, objetivos diversão, interação, mesmo que a mesma não tivesse sido apresentadas a eles, o que demonstra que houve envolvimento e motivação durante a participação por boa parte dos estudantes, mesmo o produto educacional em questão não utilizando todos os elementos, devido às limitações do programador, o pesquisados em questão, com o *Scratch*.

A *gamificação*, que pode introduzir uma motivação com uma característica extrínseca, se trabalhada adequadamente pode produzir uma motivação intrínseca, gerando interesse nos estudantes e modificando suas atitudes, a exemplo das cartas utilizadas durante as fases tem como base um jogo de grande apelo aos estudantes, utilizando grandes pensadores, físicos e/ou filósofos naturais para criar mais um mecanismo motivador.

Com relação à interação social dos estudantes, percebeu-se a ligação com a concepção histórico-cultural de ensino e aprendizagem, em conjunto com o processo de transmissão e construção do conhecimento dos mesmos, ao colaborar com a equipe e suas decisões, formando suas funções psicológicas superiores e a tomada de consciência coletiva, o que acarreta em uma aprendizagem subjetiva.

A competição, elemento colocado em segundo plano inicialmente, se tornou presente devido a interação dos estudantes, características e preferências, a partir de conflitos, mas os mesmos servem para mobilizar os sujeitos e produzir algum desenvolvimento, gerando a colaboração, duas características cada vez mais presente nos jogos.

É importante ressaltar que a competitividade foi algo pontual e, na maioria das vezes, estava atrelada a diversão e a um envolvimento prazeroso dos participantes, conforme seus relatos, o que indica que houve uma experiência imersiva, produzindo algum significado aos estudantes, que realizaram uma socialização de seus conhecimentos e alcançando um mecanismo de cooperação, em contrapartida à simples competição.

As situações-problema trabalhadas no produto educacional foram bem recebidas, principalmente quando remetiam a situações do cotidiano do estudante, permitindo algum grau de interesse maior, incentivando a sua aprendizagem através da formação de significados, já que quando o conhecimento que se tem do cotidiano é levado ao científico, mutuamente o científico vai ao cotidiano do estudante, sendo esse processo dialético, uma engrenagem que constrói, enquanto reconstrói o conhecimento, permitindo assim o desenvolvimento dos estudantes (GASPARIN, 2007).

Esses mecanismos tem como foco a formação do pensamento científico, alinhado a um desenvolvimento cognitivo, através da internalização de novos conceitos e a ressignificação de conceitos antigos. Dessa forma, em meio a uma sociedade que é voltada para a aquisição de conceitos recorrentemente desnecessários devido à oferta exacerbada, é possível ainda mediar a aprendizagem com as inúmeras ferramentas que surgem, aliadas à NTIC e à TDIC, se bem trabalhadas, a exemplo da *gamificação*. Assim, docente estará levando em consideração novas formas de motivar os estudantes a descobrir o interesse pela ciência.

Dessa forma, tomando como base o objetivo geral a que se propôs esse trabalho, e levando em consideração toda a diversidade e adversidades ocorridos durante a caminhada da investigação, é possível considerar que o mesmo foi alcançado, já que possibilitou, mediante todo processo realizado e das falas dos estudantes analisadas a produção de significados e a apropriação de conceitos da Ondulatória no Ensino Médio, mediadas pelo jogo Onda Secreta. É importante enfatizar que esse produto educacional não se propõe a acabar com todos os problemas do ensino de Física ligadas ao estudo da Ondulatória, tão pouco de qualquer outro tema de estudo, tomando como partida a infinidade de realidades existentes, sendo essas observações necessárias, já que não existe uma ferramenta perfeita e que vá solucionar todos os problemas em uma sala de aula.

REFERÊNCIAS

ANDREETTI, T. C. **Gamificação de aulas de Matemática por estudantes do oitavo ano do Ensino Fundamental**. 2019. 128 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/60053>. Acesso em: 21 out. 2019.

ANDREETTI, T. C.; EGIDO, S. V.; SANTOS, L. M. dos. A *gamificação* no âmbito da Educação Matemática. In: COLÓQUIO LUSO-BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO, III., 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UDESC, 2017. Disponível em: <http://www.revistas.udesc.br/index.php/colbeduca/article/view/10554>. Acesso em: 21 out. 2019.

AMORIM, A. M. A. de; REIS, J. S. dos; OLIVEIRA, V. C. M.; SANTOS, B. M. **Jogo de mímica para o ensino de Propagação do Calor: Condução, Convecção e Irradiação**. Revista Prática Docente. Confresa-MT. v. 3, n. 1, p. 158-170, jan/jun 2018. Disponível: <http://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/142>. Acesso em: 23 dez. 2019.

ANJOS, J. R. dos; FREITAS, S. dos A.; ANDRADE NETO, A. S. de. Utilização do software *Scratch* para a aprendizagem de lançamentos de projéteis e conceito de gravidade no ensino fundamental. **ACTIO**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 128-144, jul./dez. 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/5004>. Acesso em: 29 dez. 2019.

ANJOS, M. D. dos. **Gamificação e games no ensino de mecânica newtoniana: uma proposta didática utilizando o jogo *Bunny Shooter* e o aplicativo *Socrative***. 2017. 206 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – PROFIS) Universidade Federal do Pará, Belém, 2017. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6139594. Acesso em: 30 jan. 2020.

ARANHA, M. L. de A. **História da Educação e da Pedagogia: Geral e Brasil**. São Paulo. Editora Moderna. 2006

ARAÚJO, N. A. de; MENDES SOBRINHO; J. A. de C. **Tecendo histórias sobre a formação de professores de matemática no Piauí: da FAFI à UFPI**. In: SANTOS, M. E. de M.; Percursos de pesquisas em História da Educação. 1ed. Teresina: EDUFPI, 2019, v. 1, p. 179-209.

ARAÚJO, F. A. M. (Org.) Percursos de pesquisas em história da educação. Teresina: Edufpi. 2019.

ARAÚJO, L. N. de A. **Tecendo narrativas: vivências estudantis na FAFI e UFPI durante a ditadura militar (1964 a 1975)**. 2013. 157f. (Dissertação de Mestrado em História), Programa de Pós-graduação em História, Centro de Humanidades, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2013. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/1944>. Acesso em: 23 set. 2019.

- ATAIDE, M. C. E. S.; SILVA, B. V. da C. As metodologias de ensino de ciências: contribuições da experimentação e da história e filosofia da ciência. **Holos**. Ano 27, Vol 4. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.15628/holos.2011.620>. Acesso em: 25 maio 2019.
- BAPTISTA, M. L. M. **Concepção e implementação de atividades de investigação**: um estudo com professores de física e química do ensino básico. 2010. 561 f. Tese de doutoramento (Doutorado em Educação - Didáctica das Ciências) – Universidade de Lisboa, Instituto de Educação, Lisboa, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10451/1854>. Acesso em: 28 jul. 2019.
- BEHRENS, M. A. **O paradigma emergente e a prática pedagógica**. Petrópolis, RJ: 4. Ed. Vozes, 2010.
- BERNARDES, M. E. M. Mediações simbólicas na atividade pedagógica: **contribuições da Teoria Histórico-Cultural para o Ensino e a Aprendizagem**. Curitiba, PR: CRV, 2012.
- BITTENCOURT, P. A. S.; GRASSI, N. B.; VALENTE, V. C. P. N. *Gamification* no ensino superior brasileiro: uma discussão sobre a viabilidade das estratégias de jogos na graduação. **Revista Tecnologias na Educação**, Ano 10, Número/Vol.25, jul. 2018. Disponível em: <http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2018/07/Art38-vol.25-Junho-2018.pdf>. Acesso em: 20 out. 2019.
- BORGES, F. V. A.; REALI, A. M. de M. Formação de professores e educação a distância: uma parceria na formação de professores-tutores-regentes. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA, 2012, São Carlos. **Anais...** São Paulo: UFSCar Disponível em: <http://sistemas3.sead.ufscar.br/ojs/Trabalhos/177-898-1-ED.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2019
- BORGES, W. F.; TARTUCI, D. Tecnologia Assistiva: concepções de professores e as problematizações geradas pela imprecisão conceitual. **Revista Brasileira de Educação Especial**. vol.23 no.1 Marília Jan./Mar. 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-65382017000100081. Acesso em: 21 dez. 2019.
- BRASIL. Lei 9.394/96 – Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**. Presidência da República, Congresso Nacional. Brasília. 20 de dezembro de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 02 jul. 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Portaria nº 013, de 15 de fevereiro de 2006**. Institui a divulgação digital das teses e dissertações produzidas pelos programas de doutorado e mestrado reconhecidos. Disponível em: https://abmes.org.br/arquivos/legislacoes/Port_CAPES_13_20060215.pdf. Acesso em: 22 jan. 2020.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, Conhecimento de Física**. Brasília: MEC, 1999.

BRASIL. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+). Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: SEMTEC, 2002.

Brasil Escola. **O que é polarização?** Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-polarizacao.htm>. Acesso em: 22 fev. 2020.

CAPES. **Notícias.** Brasília: 2009. Disponível em: <http://www.capes.gov.br/36-noticias/3316-banco-de-teses-da-capes-possui-mais-de-450-mil-resumos>. Acesso em: 22 jan. 2020.

CARLEIAL, A. B. **Uma Breve História da Conquista Espacial.** Parcerias Estratégicas. Brasília. Vol. 4, No 7, 1999. Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/78/70. Acesso em: 29 maio 2019.

CARVALHO, A. M. P. de; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências: tendência e inovações.** 10 ed. São Paulo: Cortez, 2011. 127 p.

CARVALHO, M. V C. de; MATOS, K. S. L. de. **Psicologia da Educação: teorias do desenvolvimento e da aprendizagem em discussão.** EdUECE, Fortaleza, Edição atualizada, 2015.

DIEHL, A. A. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas.** São Paulo: Prentice Hall, 2004.

DURÃO, L.; BLEY, D. H. P.; ARAÚJO, R. **A gamificação como estratégia didática: um relato de experiência no ensino superior.** In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 12., 2015, Curitiba. **Anais...** Curitiba: PUCPR, 2015. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/17883_8663.pdf. Acesso em: 20 dez. 2019.

ELIAS, A. P. de A. J.; MOTTA, M. S.; KALINKE, M. A. **Construção de Objetos de Aprendizagem para a Educação Básica por meio de um curso sobre o Scratch para estudantes de licenciaturas.** **RENOTE - Novas Tecnologias na Educação.** V. 16 N° 2, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.89258>. Acesso em: 30 dez. 2019.

FARDO, L. M. **A gamificação aplicada em ambiente de aprendizagens.** **Renote – Revista Novas Tecnologias na Educação.** Vol. 11, N. 1. Porto Alegre. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/41629>. Acesso em: 19 out. 2019.

FARIAS, C. M. L.; CARVALHO, R. B. de. **Ensino Superior: a geração Y e os processos de aprendizagem.** *Revista Espaço Acadêmico*, N. 179. 2016. Disponível em: <http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/viewFile/28532/16371>. Acesso em: 03 ago. 2019.

FERNANDES, J. C. L; SOUZA, M. A. F. de; DENIS, E. **A utilização do Scratch como ferramenta de apoio no ensino da disciplina de Física.** **Revista EDaPECI.** São Cristóvão (SE), v. 17, n. 2, p. 119-130. mai./ago. 2017. Disponível em: <https://seer.ufs.br/index.php/edapeci/article/view/5618/pdf>. Acesso em: 05 jan, 2020.

FERNANDES, S. G. P. Algumas considerações sobre o ensino de Física no Brasil e seus reflexos na formação de professores. **Mimesis**, Bauru, v. 18, n. 1, p. 53-63, 1997. Disponível em:

https://www.academia.edu/30233774/Algumas_considera%C3%A7%C3%B5es_sobre_o_ensino_de_F%C3%ADsica_no_Brasil_e_seus_reflexos_na_forma%C3%A7%C3%A3o_de_professores. Acesso em: 01 jul. 2019.

FERREIRA, N. S. de A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. **Educ. Soc.** [online]. 2002, vol.23, n.79, pp.257-272. Disponível em:

<http://www.scielo.br/pdf/es/v23n79/10857.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2020.

FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. **Lições de física de Feynman**. Porto Alegre: Bookman, 2008

FIorentini, D.; Lorenzato, S. **Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos metodológicos**. Campinas, SP: Autores Associados, 2012.

Fismatica. **Acústica**: Aula 12 - Cordas Vibrantes. 2020. Disponível em:

http://www.fismatica.com.br/Fisica/Fisica_02/Ondulatoria/Ondulatoria_Aula_12_Cordas_Vibrantes_2373922284.html. Acesso em: 21 fev. 2020.

FREIRE, P. **Educação e mudança**. 12ª Edição. Paz e Terra. Rio de Janeiro, 1979.

FROTA, Paulo R. O; COSTA, Miguel A. 30 anos de Física no Piauí – A consolidação de um modelo. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16, 2005, Rio de Janeiro.

Anais... Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Física, 2005. p. 1-3. Disponível em: http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_30anosdefisicanopiaui-ac.trabalho.pdf. Acesso em: 2 jul. 2019.

GALVÃO, A. de P. N. C. **Gamificação no Scratch como recurso para aprendizagem potencialmente significativa no ensino da Física**: lançamento de projetos. 2017. 143 f.

Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – PROFIS) Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá, 2017. Disponível em:

https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6276892. Acesso em: 01 fev. 2020.

GASPARIN, J. L. A construção dos conceitos científicos em sala de aula (no prelo). In: Nádya Lúcia Nardi. (Org.). **Educação: visão crítica e perspectivas de mudança**. 1ed. Concórdia - SC: EDUNC - Editora da Universidade do Contestado -SC, 2007, v. 1, p. 1-25. Disponível em:

<http://ead.bauru.sp.gov.br/efront/www/content/lessons/41/A%20constru%C3%A7%C3%A3o%20dos%20conceitos%20cient%C3%ADficos%20em%20sala%20de%20aula.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos da Física**. Vol. 2. 8ª ed. Rio de Janeiro. LTC, 2009.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos da Física**. Vol. 4. 8ª ed. Rio de Janeiro. LTC, 2009.

HENARES DE MELO, M. C.; CRUZ, G. de C. Roda de Conversa: uma proposta metodológica para a construção de um espaço de diálogo no Ensino Médio. **Imagens Da Educação**, v. 4, n. 2, p. 31-39, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/imagenseduc.v4i2.22222>. Acesso em: 01 abr. 2020.

HUIZINGA, Johan. **Homo ludens: Versuch einer bestimmung des spielements der kultur**. 1938. Publicado originalmente em 1944. Tradução para língua portuguesa: Homo Ludens: O Jogo Como Elemento da Cultura. São Paulo, SP. Perspectiva, 2000.

JORDÃO, M. H. **A mudança de comportamento das gerações X, Y, Z e Alfa e suas implicações**. USP. São Carlos, São Paulo. 2016. Disponível em: <http://www.gradadm.ifsc.usp.br/dados/20162/SLC0631-1/geracoes%20xyz.pdf>. Acesso em 03 ago. 2019.

JUSTO JUNIOR, E. C. **Um guia Didático para o Conteúdo de Grandezas e Medidas via Gamificação**. 2017. 88 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – PROFIS) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Cariacica, 2017. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5030430. Acesso em: 03 fev. 2020.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**. Vol.14 no.1. São Paulo Jan./Mar. p. 85-93. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/spp/v14n1/9805.pdf>. Acesso em: 27 maio 2019.

LEITE, D. de O.; PRADO, R. J. Espectroscopia no infravermelho: uma apresentação para o Ensino Médio. **Rev. Bras. Ensino Fís.** [online]. 2012, vol.34, n.2, pp.1-9. ISSN 1806-1117. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172012000200015>. Acesso em: 11 maio 2020.

LIBERALI, F. C. **Formação crítica de educadores: questões fundamentais**. Campinas, SP: Pontes, 2010.

LORENZ, K. Ação de instituições estrangeiras e nacionais no desenvolvimento de materiais didáticos de ciências no Brasil: 1960-1980. **Revista Educação em Questão**, v. 31, n. 17, 15 abr. 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/educacaoemquestao/article/view/3903>. Acesso em: 22 maio 2019.

LUCAS, M. A. O.; MACHADO, F. M. C. G. A influência do pensamento de Herbert Spencer em Rui Barbosa: a ciência na criação da escola pública brasileira. **Educação em Foco**, Juiz de Fora, v.7, n.2, 2002, p.137-152, set./fev. Disponível em: http://www.ufjf.br/revistaedufoco/files/2010/02/A_influ%C3%Aancia_do_pensamento_de_Herbert_Ang%C3%A9lica_1.doc. Acesso em: 27 maio 2019.

MACÊNA JÚNIOR, A. G.; VILAS BOAS, A. C.; PASSOS, M. M. **RPG pedagógico como ferramenta alternativa para o ensino de Física no Ensino Médio**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 34, n. 2, p. 372-403, ago. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2017v34n2p372/34592>. Acesso em: 23 dez. 2019.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo. 5ª Ed. Editora Atlas, 2003.

MARJI, M. **Aprenda a programar com Scratch: uma introdução visual à programação com jogos, arte, ciência e matemática**. São Paulo: Novatec. 2014.

MASTROCOLA, V. M. **Ludificador**: um guia de referências para o game designer brasileiro. São Paulo: Independente, 2012. Disponível em: www.ludificador.com.br. Acesso em: 23 dez. 2019.

MARQUES, A. Cesar Lattes. **Ciência e Sociedade (CS)**, Rio de Janeiro, CBPF, v. 1, n. 1, 2013. Disponível em: <http://revistas.cbpf.br/index.php/CS/article/view/48/38>. Acesso em: 20 maio 2019.

MELO, M. C. H. de; CRUZ, G. de C. Roda de conversa: uma proposta metodológica para a construção de um espaço de diálogo no ensino médio. **Imagens da Educação**, v. 4, n. 2, p. 31-39, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4025/imagenseduc.v4i2.22222>. Acesso em: 20 fev. 2019.

MENDONÇA NETO, V. dos S. A utilização da ferramenta *Scratch* como auxílio na aprendizagem de lógica de programação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, II., 2013, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.webie.2013.%25p>. Acesso em 15 fev. 2020.

MICHA, D. N.; *et al.* "Vendo o invisível": experimentos de visualização do infravermelho feitos com materiais simples e de baixo custo. **Rev. Bras. Ensino Fís.** [online]. 2011, vol.33, n.1, pp.01-06. ISSN 1806-1117. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172011000100015>. Acesso em: 11 maio 2020.

MINAYO, M. C. de S. (Org.). **Pesquisa Social**: teoria, método e criatividade. 21 Ed. Petrópolis: Vozes. 1994.

Michaelis On-line: Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. Online. 2020. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=surfe>. Acesso em: 05 maio 2020.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela Análise Textual Discursiva. **Ciência e Educação**. 2003, vol.9, n.2, pp.191-211. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132003000200004>. Acesso em 25 out. 2019.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise textual discursiva**. Ijuí/RS: Editora Unijuí, 2016.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise textual discursiva**. Ijuí/RS: Editora Unijuí, 2011.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas. **Rev. Bras. Ens. Fis.** v. 2, n. 3, p. 94-99, 2000. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22a13.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2019.

MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea. Conferencia Interamericana sobre Enseñanza de la Física, 11, 2014, Guayaquil. **Anais Eletrônicos...** Guayaquil: 2014. Disponível em: http://www.if.ufrj.br/~pef/aulas_seminarios/seminarios/2014_Moreira_DesafiosEnsinoFisica.pdf Acesso: 03 de jun. de 2018.

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no século XXI. **Revista do Professor de Física**, v. 2, n. 3, p. 80-94, 4 dez. 2018. Disponível em: <http://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/19959/18380>. Acesso em: 21 jan. 2019.

MOURA, A. F.; LIMA, M. G. A reinvenção da roda: roda de conversa: um instrumento metodológico possível. **Revista Temas em Educação**, João Pessoa, v.23, n.1, p. 98-106, jan.-jun. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/rteo/article/view/18338>. Acesso em: 20 fev. 2020.

NASCIMENTO, F. do; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. de. O Ensino de Ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n.39, 2010. p. 225-249. Disponível em: http://www.histedbr.fe.unicamp.br/revista/edicoes/39/art14_39.pdf. Acesso em: 20 maio 2019.

NOGUEIRA, T. de J. A. M.; FERRO, M. do A. B. **História da Universidade Estadual do Piauí: origem e expansão**. In: VII Congresso Brasileiro de História da Educação, 2013, Mato Grosso. Circuitos e Fronteiras da História da Educação no Brasil, 2013. Disponível em: <http://sbhe.org.br/novo/congressos/cbhe7/pdf/07-%20HISTORIA%20DAS%20INSTITUICOES%20E%20PRATICAS%20EDUCATIVAS/HISTORIA%20DA%20UNIVERSIDADE%20ESTADUAL%20DO%20PIAUI.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2019.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica**. Vol. 2. 4ª edição revisada. São Paulo: Blucher, 2002.

OLIVEIRA, C. M. B. **A Mobilização dos saberes docentes no contexto da prática pedagógica do professor na modalidade de Educação a Distância**. 2011. 211 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2011.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: aprendizagem e desenvolvimento: um processo sócio-histórico**. 5. ed. São Paulo: Scipione. 2010.

PALMA, R. C. D. da. **A produção de sentidos sobre o aprender e ensinar matemática na formação inicial de professores para a educação infantil e anos iniciais do ensino fundamental**. 2010. 204 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/251433>. Acesso em: 23 maio 2020.

PIAUÍ. Instituto Federal do Piauí. **Apresentação**. Teresina: 2016. Disponível em: <http://libra.ifpi.edu.br/aceso-a-informacao/institucional/apresentacao>. Acesso em: 17 jul. 2019.

PIAUÍ. Instituto Federal do Piauí. **Notícias**. Teresina: 2019. Disponível em: <http://libra.ifpi.edu.br/noticias/publicado-resultado-com-aprovados-para-curso-a-distancia-de-licenciatura-em-fisica>. Acesso em: 18 jul. 2019.

PIAUÍ. Universidade Estadual do Piauí. **Histórico**. Teresina: 2012. Disponível em: http://www.uespi.br/site/?page_id=25578. Acesso em: 16 jul. 2019.

PIAUÍ. Universidade Federal do Piauí. **Notícias**. Teresina: 2007. Disponível em: <http://www.leg.ufpi.br/noticia.php?id=14826>. Acesso em: 27 jul. 2019.

PILETTI, N. **História da Educação no Brasil**. São Paulo: Ática, 2008

POZO, J. I. **Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2009.

QUEIROZ, R. L.; SAMPAIO, F. F. **DuinoBlocks for Kids: um ambiente de programação em blocos para o ensino de conceitos básicos de programação a crianças do Ensino Fundamental I por meio da Robótica Educacional**. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 36,. Porto Alegre. 2016. Disponível em: <http://editora.pucrs.br/anais/csbcc/assets/2016/wei/10.pdf>. Acesso em: 30 dez. 2019.

RAMOS, V.; MARQUES, J. Dos jogos educativos à *gamificação*. **Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación**. Vol. Extr., No. 01. 2017

RÊGO, M. do P. S. N. do. **O curso de Letras da UFPI: um fio da FAFI**. Teresina, UFPI, 1991

RIATTO, F. B. **O emprego de um jogo de perguntas e respostas como uma forma de problematizar e motivar o ensino de Física no Ensino Médio**. 2017. 144 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, 2017.

RIBEIRO, M. L. S. **História da educação brasileira: a organização escolar**. 21. ed. 1ª reimpressão, Campinas, SP. Autores Associados: HISTEDBR, 2011.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. Ed. São Paulo. Atlas, 2007.

RIOS, L. C. **A evolução curricular do Curso de graduação em Física modalidade licenciatura da UFPI**. Teresina. 2009. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Departamento de Física da UFPI. Não publicado.

RIOS, L. C.; RODRIGUES, M. A. O Curso de Física do Centro de Educação Aberta e a Distância da UFPI: a expansão na formação de professores através da modalidade EaD. *In: Ensino de Ciências: relatos e pesquisas no panorama piauiense*. SILVA, L. B.; QUEIROZ, M. B. A. (Org.). Teresina: EDUFPI, 2017. 329 p. 261 – 278.

RODRIGUEZ, C. L.; ZEM-LOPES, A. M.; MARQUES, L.; ISOTANI, S. Pensamento Computacional: transformando ideias em jogos digitais usando o *Scratch*. *In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA*, 21., 2015, Alagoas. **Anais...** Alagoas. 2015. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/4992>. Acesso em: 30 dez. 2019.

ROSA, C. W. da; ROSA, Á. B. da. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Ibero-americana de Educação**. v. 58, n. 2. Número especial. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.35362/rie5821446>. Acesso em: 25 set. 2019.

SALMERON, R. A. Gleb Wataghin. **Estudos avançados**. v. 15, n. 41 São Paulo Jan./Apr. 2001 p. 219-228. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v15n41/v15n41a16.pdf>. Acesso em: 13 maio 2019.

SANTOS, L; MOTTA, N. **Certas Coisas**. *In: VAGALUME*. [S. l.], c1996. Disponível em: <https://www.vagalume.com.br/lulu-santos/certas-coisas.html>. Acesso em: 11 jun. 2019

SCAICO, P. D. et al. Programação no Ensino Médio: Uma Abordagem de Ensino Orientado ao Design com *Scratch*. *In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA*, 28. 2012, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro. 2012. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/2112>. Acesso em: 30 dez. 2019.

SCRATCH. **About Scratch** (*Scratch* Documentation Site). Disponível em: http://info.scratch.mit.edu/About_Scratch. Acesso em 28 dez. 2019.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. 2. Ed. São Paulo: Cortez, 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA. **ISBN 85-292-0001-2: A Física no Brasil**. São Paulo: SBF, 1987. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/Livros-e-Estudos/A-Fisica-no-Brasil.pdf. Acesso em: 09 maio 2019.

SILVA, B. V. da C. História e Filosofia da Ciência como subsídio para elaborar estratégias didáticas em sala de aula: um relato de experiência em sala de aula. **Revista Ciências & Ideias**. Vol 3, N. 2. 2011. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/article/viewFile/78/139>. Acesso em 31 jul. 2019.

SILVA, J. B. da; SALES, G. L; CASTRO, J. B. de; Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Vol. 41, nº

4. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0309>. Acesso em: 26 dez. 2019.

SILVA, J. P. P. da. **Gamificação em aplicações móveis para atividades turísticas baseadas em geolocalização**. 2014. 122 f. Instituto de Ciências Sociais. Universidade do Minho. Braga, Portugal. 2014. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/34236>. Acesso em: 24 dez. 2019.

SILVEIRA, F. L. da. Propagação das ondas marítimas e dos tsunamis. **Cad. Brás. Ens. Fís.**, v. 22, n. 2: p. 190-208, ago. 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/266014164_PROPAGACAO_DAS_ONDAS_MARITIMAS_E_DOS_TSUNAMI. Acesso em: 05 maio 2020.

SOUZA, R. da S. A Física no dia a dia: materialização da interdisciplinaridade no ensino médio. **Compartilhando Saberes**. Dez – Jul p. 76-91, 2016. Disponível em: <http://www.sec.pb.gov.br/revista/index.php/compartilhandosaberes/article/view/65>. Acesso em: 19 jul. 2019.

SOUZA, S. C., DOURADO, L., Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. **HOLOS** [en linea] 2015, 5. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=481547288017>. Acesso em: 29 jul. 2019.

TAGLIATI, J. R.; FRANCO, D. S.; **O jogo como motivador da linguagem na aprendizagem de conceitos**. XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física –2018 Disponível em: <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/epf/xvii/sys/resumos/T0089-1.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2019.

TEIXEIRA, T. F. M. **Gamificação, uma estratégia para promover o ensino e aprendizagem de gravitação no Ensino Médio**. 2017. 152 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – PROFIS)- Universidade Federal do ABC, São Paulo, 2017. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5957181. Acesso em: 30 jan. 2020.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para Cientistas e Engenheiros**. Vol. 1, 6a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

TOLEDO, P. B. F.; ALBUQUERQUE, R. A. F.; MAGALHÃES, A. R. de. O comportamento da geração z e a influência nas atitudes dos professores. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA. 9, 2012, Resende. **Anais...** Resende, 2012. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/38516548.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2019.

ESPAÇO CIÊNCIA. **Pe. José Nogueira Machado**: Filósofo Homenageado em 2013. Olinda, Pernambuco. 2017. Disponível em: <http://www.espacociencia.pe.gov.br/?p=10733>. Acesso em: 17 jul. 2019

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

YAMAMOTO, K.; FUKU, L. F. **Física para o ensino médio**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

ZAHAILA, W. D. P. **Atividades experimentais virtuais usando o game Portal 2**. 2017. 61 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – PROFIS). Universidade Federal do ABC, São Paulo, 2017. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=6058617. Acesso em 29 jan. 2020.

ZANOTTA, D. C.; CAPPELLETTO, E.; MATSUOKA, M. T. O GPS: unindo ciência e tecnologia em aulas de Física. **Rev. Bras. de Ens. de Física**, v. 33, n. 2, 2313 (2011). Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbef/v33n2/a14v33n2.pdf>. Acesso em: 05 maio 2020.

ZEICHNER, Kenneth M. **A formação reflexiva de professores: ideias e práticas**. Lisboa: EDUCA, 1993.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Caro Responsável e/ou Representante Legal,

Gostaríamos de obter o consentimento do(a) aluno(a)

para participar como voluntário(a) da pesquisa intitulada JOGO ELETRÔNICO, PRODUZIDO A PARTIR DO *SCRATCH*, NO CONTEXTO DA *GAMIFICAÇÃO* E SUAS POSSIBILIDADES NA APROPRIAÇÃO DE CONCEITOS DA ONDULATÓRIA NO ENSINO MÉDIO que se refere a uma pesquisa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da Universidade Federal do Piauí, em Teresina – PI.

O objetivo deste estudo é analisar as possibilidades de mediação de jogo eletrônico, produzido a partir do *Scratch*, na apropriação de conceitos da Ondulatória no Ensino Médio. Esclarecemos, portanto, que os resultados do referido estudo contribuirão para verificar se o jogo eletrônico como mediador dos conceitos da Ondulatória contribuirá no processo da apropriação desses conceitos.

Diante do exposto, o nome do(a) aluno(a) não será utilizado em qualquer fase da pesquisa, garantindo assim o anonimato. Desse modo, na aplicação dos instrumentos e técnicas de produção de dados (questionário semiestruturado, observação participante e áudios), a divulgação da análise dos resultados será feita de forma a não identificar os(as) participantes da pesquisa. Para tanto, a fim de preservarmos suas imagens e nomes, adotaremos nomes fictícios. Vale esclarecer que não haverá gastos decorrentes da participação dos(as) alunos(as) na pesquisa.

Gostaríamos de deixar claro que a participação é voluntária e que o(a) aluno(a) poderá deixar de participar ou retirar o consentimento a qualquer momento, sem penalização alguma ou sem prejuízo de qualquer natureza. Desde já, agradecemos a atenção e a participação do(a) voluntário(a), bem como nos colocamos à disposição para esclarecimentos de quaisquer dúvidas.

Esse termo terá suas páginas rubricadas pelo pesquisador e será assinado em duas vias, das quais uma ficará com o(a) participante e a outra com pesquisador.

Eu, _____ (nome do responsável ou representante legal), portador do CPF nº _____, confirmo que o pesquisador e mestrando LUCIANNIO CABRAL RIOS explicou-me os objetivos desta

pesquisa, bem como a forma de participação. Os critérios para participação na pesquisa também foram discutidos. Eu li e compreendi este Termo de Consentimento, portanto, eu concordo em dar meu consentimento para participar como voluntário(a) deste estudo.

Teresina-PI, ____ de _____ de 2019.

Assinatura do(a) participante da pesquisa ou representante legal

Lucianno Cabral Rios (Pesquisador)
Matrícula/UFPI: 20181006011
E-mail: luciannocabral@outlook.com

Prof. Dr. Neuton Alves de Araújo (Orientador da Pesquisa)
SIAPE nº 3438829
E-mail: araujo060416@gmail.com

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO SEMIESTRUTURADO SOBRE AS POSSIBILIDADES DO JOGO ORIENTADO NA APROPRIAÇÃO DOS CONCEITOS DA ONDULATÓRIA

Com o objetivo de analisar as possibilidades de mediação de jogo eletrônico, produzido a partir do programa *Scratch*, na apropriação de conceitos da Ondulatória no Ensino Médio, gostaríamos que você respondesse às questões abaixo. Esclarecemos que seu nome será preservado. Para tanto, empregaremos nomes fictícios. Além disso, todos os dados produzidos serão utilizados somente para fins desta pesquisa.

Desse modo, para cada questão, marque àquela resposta que melhor se adequa à situação de aplicação do jogo.

- 1) Você já havia participado de alguma aula de Física mediada por jogos?

SIM NÃO

Se SIM, comente sobre essa sua experiência anterior com os jogos.

- 2) Para você, sobre o jogo Onda Secreta, foi possível aprender Ondulatória com a aplicação desse jogo em sala de aula?

SIM NÃO

Por quê? (Comentários livres)

- 3) Para você, o jogo Onda Secreta e seus elementos constituintes (pontuação, tempo, *score*, entre outros) contribuíram no sentido de conscientizá-lo da necessidade de manter atenção durante a atividade com esse jogo?

SIM NÃO

Por quê? (Comentários livres)

4) Houve algo interessante no início do jogo que provocou sua atenção?

SIM NÃO

Por quê? (Comentários livres)

5) Por meio do jogo orientando Onda Secreta, uma das ações da Sequência Didática, você ficou mais motivado a aprender os conceitos da Ondulatória?

SIM NÃO

Por quê? (Comentários livres)

6) No seu ponto de vista, o emprego do jogo Onda Secreta ou outro tipo de jogo, com potencialidade de facilitar a aprendizagem, é uma metodologia que os professores de Física poderiam adotar, para facilitar o entendimento dos conteúdos?

SIM NÃO

Por quê? (Comentários livres)

- 7) Através do jogo Onda Secreta, você se conscientizou de que os conteúdos estudados têm relevância para a sua vida e/ou do meio que você está inserido(a)?

SIM NÃO

Por quê? (Comentários livres)

- 8) O jogo Onda Secreta o(a) ajudou a interagir com seus colegas e professor-pesquisador na busca da solução das situações-problema? Se sua resposta for SIM, relate sobre esses momentos.

SIM NÃO

APÊNDICE C – A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Escola: Centro Estadual de Tempo Integral Didácio Silva			
Professor/Mestrando: Lucianno Cabral Rios			
Disciplina:	Série/Turma:	Período/Duração:	Carga horária:
Física	***	05-08-2019 a 22-08-2019	9 horas-aula
Unidade didática:			
Ondulatória			
Objetivos específicos:			
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar as compreensões/significados sobre Ondulatória produzidos pelos estudantes; • Aprofundar o estudo sobre ondas a partir das compreensões/significados iniciais produzidos pelos estudantes; • Explicar e reconhecer as características de uma onda; • Apresentar e explicar as partes de uma onda; • Reconhecer Período e Frequência de uma determinada onda; • Apropriar-se da Equação Fundamental da Ondulatória a partir da contextualização e desenvolvimento de situações-problema; • Apresentar e explicar os tipos de onda; • Caracterizar as principais ondas que formam o Espectro Eletromagnético; • Observar os fenômenos da Ondulatória: reflexão, refração, difração, interferência e polarização, a partir do uso de simuladores/objetos de aprendizagem; • Propor o jogo “Ondas Secretas” como possibilidade de mediar a aprendizagem do conceito Ondulatória a partir de situações-problema. 			
Conteúdos:			
Introdução sobre o estudo de Ondas; Partes de uma onda; Período e frequência; Equação Fundamental da Ondulatória; Classificação de uma onda quanto à direção de propagação: Ondas unidimensionais, bidimensionais e tridimensionais; A natureza da onda; Espectro eletromagnético; Fenômenos ondulatórios: Reflexão; Refração; Difração, Interferência, Polarização.			
Desenvolvimento metodológico:			

- **Primeiro encontro** (1 hora-aula): A aula será iniciada solicitando aos estudantes que ouçam com atenção a música: “CERTAS COISAS”, de autoria de Lulu Santos (disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XFa73hlzR-4>. Acesso em: 15 jun. 2019). Após esse momento, através de uma roda de conversa, serão levantados questionamentos sobre Ondulatória, a fim de identificar as compreensões/significados iniciais produzidos pelos estudantes acerca dessa temática. Os resultados deverão ser socializados no coletivo e, em seguida, registrados no quadro branco pelo professor. Feito isso, o professor deverá criar condições para que os estudantes possam iniciar o processo de ressignificação de suas compreensões/significados sobre a Ondulatória. Assim, primeiramente, deverá abrir discussão (no coletivo) sobre cada um desses significados. Em seguida, abrir um espaço para aprofundar essa discussão teórica sobre o tema considerado, com destaque nos conceitos: onda, pulso de onda e meio material, tendo como recurso auxiliar o livro didático. A aula, portanto, será finalizada com uma atividade de grupo, em que será realizada uma discussão complementar sobre a relação entre os conceitos: onda, energia e matéria. Por último, propor a retomada da discussão teórica em foco (entre os grupos), dessa vez com todos alunos e o professor e a proposição de situações-problema para serem trabalhadas em casa ou no horário de estudo, caso a escola seja de tempo integral;

- **Segundo encontro** (2 horas-aula): A aula será iniciada com a apresentação das estratégias metodológicas, no quadro branco, empregadas pelos estudantes na resolução das situações-problema propostas anteriormente; Feito isso, será apresentado o formato de uma onda no quadro branco através de desenhos com pincéis e detalhamento explicativo de cada parte que constitui uma onda. Em seguida, serão abordados os conceitos Período e Frequência de uma onda, dando destaque, inicialmente, às compreensões sobre essas duas grandezas na ótica dos alunos. Para tanto, o professor deverá ilustrar, a título de exemplos, situações do cotidiano, em que é possível observarmos a periodicidade e frequência no fenômeno considerado, como o movimento do ponteiro de um relógio analógico e o movimento de rotação e/ou translação da Terra. Após isso, o professor deverá empregar os recursos auxiliares: pincéis, quadro branco, apagador e caderno de anotações, de forma que os estudantes registrem o período e a frequência de uma onda dada, considerando as ilustrações anteriormente elencadas. Desse modo, através do simulador *PhET* (disponível em:

interference_pt_BR.html. Acesso em: 15-06-2019) será apresentada uma visão complementar sobre o comportamento de uma onda. No segundo momento da aula, deverá ser apresentada a Equação Fundamental da Ondulatória a partir da contextualização e desenvolvimento de situações-problema. Assim, com a mediação do simulador *PhET*, serão apresentados exemplos de ondas e a identificação de algumas de suas grandezas, a exemplo do Período, da Frequência, da Velocidade e do Comprimento de onda. Como fechamento desse encontro, os estudantes deverão fazer apresentação de exemplos e situações-problemas, envolvendo os conceitos explorados, no quadro branco, bem como a resolução de atividades do livro didático, sugeridas pelo professor;

- **Terceiro encontro** (1 hora-aula): Após uma breve retomada sobre as discussões do conceito Ondulatória, essa Unidade Didática deverá ser iniciada com a mediação de “*gifs*” para problematizarmos o entendimento sobre a classificação de uma onda quanto à direção de propagação. Em seguida, apresentar os tipos de ondas, conforme a quantidade de dimensões em que ocorre a propagação, ilustrando com situações-problema. Com a exibição de trechos, com duração de 3 a 5 minutos, dos filmes: “Guardiões da Galáxia” (disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sCVWm20fU0A>. Acesso em: 15 jun. 2019) e “2001 – Uma odisseia no espaço” (disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8WKxaZtfwFk>. Acesso em 15 jun. 2019.), os estudantes serão instigados a determinar qual desses trechos apresenta uma visão equivocada/distorcida acerca dos fenômenos reais que ocorrem no Universo. Posteriormente, serão abordados os conceitos das ondas em relação à sua natureza. Ao final da aula, propomos que sejam definidas atividades complementares do livro texto (a critério do professor e/ou do livro texto adotado) para a resolução das mesmas na residência do estudante ou no horário de estudo;

- **Quarto encontro** (2 horas-aula): No primeiro momento, ocorrerá a resolução das situações-problema do encontro anterior, com destaque na apresentação das estratégias metodológicas empregadas pelos estudantes. No segundo momento, com a mediação do livro texto e do artigo “Os olhos não veem, a pele detecta”, que trata das aplicações teórico-práticas das radiações na faixa do infravermelho, os estudantes, em grupos de 04 participantes cada, deverão apresentar pelo menos mais três aplicações teórico-práticas diferentes das discutidas no artigo trabalhado. Por sua vez, no terceiro momento, com a mediação do simulador *PhET* (disponível em:

https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_pt_BR.html.

Acesso em: 15 jun. 2019) “Desvio da Luz”, *a priori*, apresentar a Reflexão de uma onda e suas respectivas características, bem como situações-problema envolvendo esse conceito. É chegado, portanto, o momento de se trabalhar a Refração de uma onda. Tal conceito deverá ser abordado através da mediação do simulador referenciado acima, destacando as suas respectivas características. Recomendamos que para essa atividade sejam utilizados, dentre outros, os instrumentos: laser, copo de vidro transparente com água e espelho plano, a fim de complementar as simulações destacadas via *PhET*. Por último, explorar outras situações-problema a título de complementação, elaboradas pelo professor e/ou pelos estudantes, ou ainda retiradas do livro texto;

- **Quinto encontro** (1 hora-aula): Inicialmente será realizada uma breve retomada sobre os fenômenos Reflexão e Refração, abordados na aula anterior, em que deverão apresentadas e discutidas outras situações-problema, a fim de esclarecer possíveis dúvidas. No segundo momento, serão apresentados os conceitos: Difração, Interferência e Polarização. Para isso, o professor deverá contar com o auxílio dos recursos: livro didático, simulador *PhET* e slides com *gifs* animados (caso o professor queira adotar). No terceiro momento, ainda com o auxílio do Datashow, outras situações do cotidiano deverão ser expostas. A partir das imagens, os estudantes serão indagados em qual (ou quais) dos fenômenos a situação representa. Feito isso, a aula será concluída com apresentação e desenvolvimento de situações-problema;

- **Sexto encontro** (2 horas-aula): Nesse encontro o professor deverá aplicar em sala de aula (ou em outro espaço da escola na qual desejar) o jogo “Onda Secreta”, em que será produzido através da linguagem de programação gráfica *Scratch*. Para tanto, como primeira ação, haverá uma breve explicação sobre o *Scratch*, dando destaque às suas potencialidades, sobretudo, no ensino da Física e, como segunda ação, o jogo será socializado, sendo destacado os seus objetivos e comandos necessários à sua utilização. Para que essas ações sejam efetivadas, o professor deverá dividir a turma de alunos em 04 (quatro) grupos/equipe, as quais serão nominadas com fenômenos ondulatórios, a exemplo de: Equipe Difração; Equipe Reflexão; Equipe Refração e Equipe Polarização. Feito isso, deverá ser iniciado o jogo, no entanto, vale lembrar que durante toda a dinâmica do jogo cabe ao professor fazer a mediação, levantando possíveis problematizações.

Recursos Didáticos:

Livro didático; pincel; apagador; quadro branco; Smartphone; música “Certas Coisas” de autoria de Lulu Santos; relógio analógico; Datashow; notebook; Microsoft PowerPoint (qualquer outro programa que realize a exibição de apresentações gráficas pode ser utilizado) Simulador *PhET*; trailer dos filmes “Guerra nas Estrelas: episódio IV” e “2001 – Uma odisséia no espaço”; laser; copo de vidro transparente com água; espelho plano; *Scratch*; o jogo “Onda Secreta”; caixa de som.

Avaliação:

Na avaliação serão considerados tanto os aspectos qualitativos quanto os quantitativos. Especificamente sobre os aspectos qualitativos deverão ser empregados os instrumentos: observações acerca da participação; interação; disciplina e assiduidade dos alunos no desenvolvimento das atividades propostas na Sequência Didática. E no que tange aos aspectos quantitativos, propomos que sejam utilizados os instrumentos: o próprio jogo “Onda Secreta”; uma produção textual sobre Ondas enquanto ferramentas presentes no cotidiano do homem contemporâneo e suas implicações para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes; uma avaliação escrita sobre compreensões/significados produzidos durante aplicação do jogo, auxiliado por essa Sequência Didática.

Referências:

ANJOS, J. R. dos; FREITAS, S. dos A.; ANDRADE NETO, A. S. de. Utilização do software *Scratch* para a aprendizagem de lançamentos de projéteis e conceito de gravidade no ensino fundamental. *ACTIO*, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 128-144, jul./dez. 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/5004>. Acesso em: 02 jun. 2019.

ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STURDAT, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. *Física na Escola*. Vol. 11, n. 1. 2010. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol11-Num1/a081.pdf>. Acesso em: 05 jun 2019.

FERRARO, N. G.; RAMALHO JÚNIOR, F.; SOARES, P. A. de T. **Os fundamentos da Física**. 11. ed. São Paulo: Moderna, 2015.

PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. Simulações interativas em Ciência e Matemática. Universidade do Colorado. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/. Acesso em: 15 jun. 2019.

OSVALDO, G.; PIQUEIRA, J. R.; CARRON, W. **Física**. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016.

TORRES, C. M. A; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. de T.; PENTEADO, P. C. M. **Física: ciência e tecnologia**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2016.

Observações:

- Embora o simulador *PhET* seja também nominado de Interferência de Ondas, em uma de suas abas há uma simulação de ondas simples;
- O texto “Os olhos não veem, a pele detecta” é apenas uma sugestão, pois quaisquer outros textos (charge, gravura, ...) que possam ser adaptados, fica a critério do professor;
- O *Scratch* é gratuito e pode ser acessado através da internet ou pode ser instalado no notebook/desktop através de download.
- Não é necessário realizar *login* para a utilização de qualquer um das animações e/ou jogos produzidos no *Scratch*, mas para realizar qualquer alteração, e *remixar* o usuário deve ter o cadastro realizado na plataforma.
- Os filmes “Guerra nas Estrelas” e “Guardiões do Espaço” são apenas sugestões. Qualquer outro filme que apresente situações de ondas sonoras sendo propagadas no espaço pode ser utilizado.

APÊNDICE D – MANUAL DE APOIO DIDÁTICO AO PROFESSOR DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO SOBRE A UTILIZAÇÃO JOGO “ONDA SECRETA”



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF**

LUCIANNIO CABRAL RIOS

**MANUAL DE APOIO DIDÁTICO AO PROFESSOR DE FÍSICA DO ENSINO
MÉDIO SOBRE A UTILIZAÇÃO JOGO “ONDA SECRETA”**

TERESINA

2020

MANUAL DE APOIO AO
PROFESSOR

JOGO ONDA SECRETA

JOGO PRODUZIDO PARA MEDIAR
OS CONCEITOS DA ONDULATÓRIA

DISPONÍVEL ON-LINE NA
PLATAFORMA SCRATCH

LUCIANNO CABRAL RIOS

LUCIANNIO CABRAL RIOS

MANUAL DE APOIO DIDÁTICO AO PROFESSOR DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO
SOBRE A UTILIZAÇÃO JOGO “ONDA SECRETA”

Manual de apoio didático ao professor de Física do Ensino Médio apresentado à Coordenação do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física – Polo 26, da Universidade Federal do Piauí como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Linha de Pesquisa: Recursos Didáticos para o Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Neuton Alves de Araújo.

TERESINA

2020

À minha amada mãe Maria Nasaré Cabral (in memoriam) por me indicar o caminho correto a seguir, o objetivo a alcançar e pelo exemplo de caráter a apresentar.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	189
2 POSSIBILIDADES E PERSPECTIVAS METODOLÓGICAS PARA O ENSINO DE FÍSICA.....	192
3 O CONCEITO DE MEDIAÇÃO EM VIGOTSKI.....	196
4 A <i>GAMIFICAÇÃO</i> EM PAUTA.....	201
5 O <i>SCRATCH</i> E A SUA RELAÇÃO COM A <i>GAMIFICAÇÃO</i>	206
5.1 A PROGRAMAÇÃO EM BLOCOS E O <i>SCRATCH</i>	207
5.2 BEM-VINDO AO <i>SCRATCH</i>	210
5.3 REMIXANDO NO <i>SCRATCH</i>	212
6 O JOGO ONDA SECRETA.....	215
6.1 AS REGRAS DO JOGO ONDA SECRETA.....	216
6.2 PRATICANDO O JOGO ONDA SECRETA.....	216
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	225
REFERÊNCIAS.....	227
APÊNDICE A.....	231
ANEXO A.....	237

Prezado(a) professor(a),

Esse Manual de Apoio ao Professor tem como objetivo apresentar possibilidades do jogo eletrônico "Ondas Secretas", o qual foi produzido a partir do *Scratch* a fim de mediar a apropriação de conceitos de Ondulatória a estudantes do Ensino Médio, a partir da perspectiva histórico-cultural postulada por Vigotski.

A iniciativa de se trabalhar com o jogo em foco surgiu após anos de experiência e vivência obtidos enquanto professor de Física em turmas da Educação Básica, ao observar que, no geral, os alunos têm aversão à disciplina Física. Esse sentimento é gerado da ideia ou preconceito de que os conceitos trabalhados durante o estudo da disciplina são impossíveis de se compreender e, conseqüentemente, de se internalizar, se distanciando da significação de que a Física é uma ciência de cunho experimental e de grande aplicação no dia a dia dos estudantes.

É importante frisar que, a título de esclarecimentos, mediação é compreendida como sendo “o processo de intervenção de um elemento intermediário em uma relação, que deixa de ser direta e passa a ser mediada por um elemento interposto” (CARVALHO; MATOS, 2015, p. 190). As autoras ainda complementam que tal elemento interposto constitui ferramenta auxiliar da atividade humana, seja ela técnica (instrumentos) ou psicológica (instrumentos psicológicos, os signos). Esta última é só ocorre no plano interno, na atividade interna, pois tem por papel direcionar e controlar as ações psicológicas do indivíduo. É o caso da linguagem matemática, da linguagem computacional, que representam ou expressam objetos e/ou fatos.

Especificamente sobre os instrumentos técnicos, o computador é a ferramenta que mais se adequa ao momento de transformação que o ensino de Física passa, pois serve “[...] para modificar os objetos e, com isso, ampliar as possibilidades de transformação do mundo e levar o homem a atingir seus objetivos” (CARVALHO; MATOS, 2015, p. 190). Da mesma forma, no contexto atual,

Partindo desse entendimento, se faz necessário que todos os profissionais da educação, seja ela básica ou superior, estejam preparados para o uso das Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC), assim como das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC)¹ na sala de aula.

¹ As Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (NTIC) são as tecnologias e métodos para comunicar surgidas no contexto da Revolução Informacional, Revolução Telemática ou Terceira Revolução Industrial, desenvolvidas gradativamente desde a segunda metade da década de 1970 e, principalmente, a partir de 1990. As Novas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação, assim como as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), dizem respeito a um conjunto de diferentes mídias, diferenciando-se pela presença das tecnologias digitais.

Além disso, o professor deve entender a natureza das tecnologias da informação como relação de diferentes meios de comunicação, linguagem e códigos, da função integradora que elas exercem na sua relação com as demais tecnologias e, ainda, saber aplicar adequadamente as Tecnologias da Comunicação e da Informação (TIC) no trabalho, seja na escola ou em outros contextos relevantes para seu desenvolvimento profissional.

Como quaisquer ferramentas, essas devem ser usadas e adaptadas para servir a fins educacionais. Porém, como tecnologia assistiva, que tem por finalidade eliminar as barreiras, objetivando uma maior qualidade de vida, elas devem ser desenvolvidas de forma a possibilitar que a interatividade virtual se amplie de modo mais intenso, inclusive na produção de linguagens (BORGES; TARTUCI, 2017).

Nessa perspectiva, a formação do aluno deve ter como alvo principal a aquisição de conhecimentos básicos, a preparação científica e a capacidade de utilizar as diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação. Para isso, os educadores devem tratar os estudantes “[...] como seres potencialmente capazes de aprender e de se desenvolver [...] podem e devem planejar e desenvolver atividades que promovam a apropriação dos sistemas simbólico da cultura na qual os alunos estão inseridos [...]” (CARVALHO; MATOS, 2015, p. 187-190) de forma que proporcione o desenvolvimento psicológico cada vez mais elaborado e, assim, estimule a auto-observação, a memória seletiva, o pensamento lógico (concreto e abstrato), o controle voluntário das suas ações, dentre outras funções mentais psicológicas.

Face a essas considerações, a *gamificação* se apresenta como um fenômeno que surge da popularização e popularidade dos jogos, seja virtual, console² ou mesmo no *smartphone*, e de suas propriedades de gerar e motivar a ação, com potencialidades de auxiliar na resolução de problemas e, portanto, favorecer a internalização de conceitos nas mais diversas áreas do conhecimento e da vida dos indivíduos.

É pertinente esclarecer que a *gamificação* nada mais é do que o uso de ferramentas abalizadas em games, estética e pensamento *gamer* para engajar as pessoas, motivar ações, possibilitar o ensino e aprendizagem de conceitos, bem como resolução de situações-problema (KAPP, 2012). Assim, este trabalho toma a *gamificação* como uma das estratégias para mediar o ensino e aprendizagem de Ondulatória.

Sendo assim, o jogo "Ondas Secretas" como Produto Educacional/Material Instrucional, a partir do *Scratch*, uma linguagem de programação gráfica, permite alterações no jogo por parte dos usuários, caso queira adequar para suas necessidades, admitindo o surgimento de

² Console é um microcomputador dedicado a executar jogos de vídeo.

outros jogos em ramos diferentes da Física ou até mesmo de outras áreas de estudo, além de atuar também como mecanismo mediador da aprendizagem desses conceitos.

É nesse sentido que esperamos que o jogo Onda Secreta, apresentado neste Manual de Apoio ao Professor, possa ajuda-lo(a) como ferramenta a ser utilizar em sala de aula (ou fora dela) e, assim, auxiliar os estudantes como mecanismo mediador e motivador para o estudo de conceitos de Física no Ensino Médio.

Bom proveito!

2 POSSIBILIDADES E PERSPECTIVAS METODOLÓGICAS PARA O ENSINO DE FÍSICA

Historicamente, o Renascimento e a Idade Moderna, ficaram marcados por uma revolução científica que estava ligada ao heliocentrismo, modelo desenvolvido por Nicolau Copérnico (1473-1543), assim como as ações em prol de uma nova ciência realizada por Galileu Galilei (1564-1642) e, posteriormente, por Isaac Newton (1643-1727), que culminaram com o abandono da ciência aristotélica. Tal abandono perdurou sobre a humanidade desde a Antiguidade até a Idade Média, permitindo uma ruptura metodológica desencadeada pelo projeto epistemológico de René Descartes (1596-1650) e Francis Bacon (1561-1626) no século XVII (ARANHA, 2006).

Nesse contexto, o pensamento newtoniano-cartesiano teve presença marcante por pelo menos 300 anos na cultura ocidental e, apesar de fragmentar o conhecimento e isolar o homem em suas emoções, colaborou para modificar o modo de pensar das pessoas, auxiliou com o avanço de muitas áreas técnicas, de estudos científicos e de pesquisas. Além disso, contribuiu para a crescente desigualdade social pelo qual a sociedade moderna vem passando. Para Prigogine e Moraes (*apud* BEHRENS, 2010, p. 29), “o pensamento newtoniano-cartesiano começa a perder força a partir de estudos da ciência que passaram a propor um sistema de evolução”.

Dessa forma, “o século XX ficou marcado pela ênfase na ciência e na tecnologia, que transformou rapidamente os usos e costumes” (ARANHA, 2006, p. 357-358). Curiosamente, quatro dos cientistas que colaboraram para a ruptura do paradigma são nomes de expressão que revolucionaram a Física e mudaram os rumos da humanidade: Albert Einstein (1879-1955), que propôs à teoria da relatividade; Max Planck (1858-1947), com a teoria da física quântica e Niels Bohr (1885-1962) e Werner Karl Heisenberg (1901-1976), que desenvolverem trabalhos sobre a estrutura atômica e mecânica quântica.

Assim, as descobertas de tais cientistas impactaram no surgimento daquela ciência que atualmente é denominada como Física Moderna, intitulada assim por ter justamente fenômenos que não são regidos pelas leis formuladas por Isaac Newton, e estes que ainda possuem influência da obra de Isaac Newton passaram a ser conhecidos como Física Clássica ou Física Newtoniana.

De uma maneira geral, na segunda metade do século XX, devido as transformações na política e na economia ocorridas a nível mundial, surge o entendimento que os objetivos da educação não são mais os mesmos, tendo em vista o reconhecimento que a Ciência e Tecnologia

adquiriram devido à conscientização que o avanço no estudo dessas áreas influenciam o desenvolvimento de uma nação nos seus mais diversos setores (KRASILCHIK, 2000).

Nesse mesmo século, ocorre a compreensão que um posicionamento autoritário de um professor, perante seus alunos, pode ser algo traumatizante e, costumeiramente, prejudicial para ambos. Entende-se que a melhor alternativa para proporcionar um aprendizado eficiente do estudante, esteja relacionado à utilização de mecanismos e/ou estratégias empregados pelo docente, que possibilitem aos discentes se apropriar dos conhecimento teóricos e científicos, sendo o professor, agora, uma ponte, um mediador do conhecimento, deixando de ser apenas um orientador do aprendizado. Com isso, há o entendimento que, conforme mencionado anteriormente, o ensino tradicional fica aquém das habilidades e competências exigidas pela sociedade, surgindo a necessidade de novas propostas metodológicas para o ensino e aprendizagem dos estudantes, sejam eles crianças, jovens ou adultos (KRASILCHIK, 2000; ARANHA, 2006).

O momento exige criatividade, por tanto, é necessário ter ousadia na imaginação para criar o novo ou ter coragem para usar algo que ainda não utilizou. Como todo e qualquer profissional, o professor precisa ter um vasto domínio de conteúdo para que possa mediar as informações a seus alunos. Assim, o docente necessita ter mais algumas habilidades adequadas para alcançar o sucesso (BORGES; REALI, 2012). O professor deve estar aberto ao conhecimento, estando preparado para aprofundar os conhecimentos que já possui e estar apto a obter outros novos para somar com os que já tem (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011).

Nas últimas décadas, é verificado a necessidade de os professores de incorporar novas estratégias a sua prática docente, com o objetivo, dentre outros, promover a capacidade de leitura crítica do que está a sua volta, de forma que o ensino de Física permita que o estudante construa uma visão orientada a ser um cidadão atual, ativo, com a capacidade de se envolver e interagir da realidade que está a sua volta (ARANHA, 2006, BRASIL, 2002).

De acordo com Toledo, Albuquerque e Magalhães, (2012), observa-se a necessidade de o professor se adequar a seus alunos, tendo em vista a velocidade com que o comportamento dos mesmos está sofrendo mudanças, partindo da ideia que um professor pode atuar com várias gerações de estudantes durante a sua carreira docente, já que existem várias delas, sendo denominadas de gerações “Y”, “Z” e “Alpha”, que são caracterizadas logo mais.

Essas gerações citadas são posteriores à geração X, formada por pessoas que nasceram entre os anos de 1960 e 1980, e são compostas por filhos da geração dos *Baby Boomers*, que tem essa definição, por serem sido crianças nascidas durante uma explosão populacional a após

a Segunda Guerra Mundial com o retorno dos soldados para suas famílias. Observa-se que boa parte dos professores que atuam nas escolas fazem parte da Geração X.

A geração Y, também conhecida como Geração *Next* ou *Millennial*, remete aos nascidos entre os anos de 1980 e 2000, período em que se observa a globalização, o surgimento de facilidades, como o computador, internet e e-mail, dentre outros. Atualmente, essa geração está no mercado de trabalho e nos centros acadêmico e acompanhou o surgimento de NTIC, como celular, *tablet* e o *smartphone*, de forma que necessita de informação rápida e fácil (TOLEDO; ALBUQUERQUE; MAGALHÃES, 2012; FARIAS; CARVALHO, 2016; JORDÃO, 2016).

A geração Z, são os filhos da Geração Y, nasceram entre 1990 e 2010 e também é conhecida como *iGeneration*, *Plurais* ou *Centennials*. Eles têm o hábito de “zapear” (mudar e/ou passar rápido) por canais de televisão, internet, vídeo game e telefone, sendo esse o motivo de tal denominação. A internet é a sua principal fonte de informação e entretenimento, tendo como referência para a tomada de suas decisões os influenciadores digitais, sendo que estes são indivíduos que emitem suas opiniões através das redes sociais (*YouTube*, *Instagram*, *Facebook*, dentre outros) e, assim, conseguem influenciar seus (milhões de) seguidores nas mais diversas maneiras. Essa geração domina o uso de TDIC (TOLEDO; ALBUQUERQUE; MAGALHÃES, 2012; JORDÃO, 2016).

Na escola, essa geração está cursando a Educação Básica, e por ser extremamente ligada ao mundo virtual apresenta um maior desinteresse com o que a escola lhes apresenta, tendo uma maior resistência ao que é ofertado pelos professores, pois a escola não possui estímulo para atraí-los e por ter um conhecimento tecnológico, tanto a nível de *hardware*, como de *software*, maior que seus docentes (TOLEDO; ALBUQUERQUE; MAGALHÃES, 2012; JORDÃO, 2016).

Aqueles nascidos a partir do ano de 2010, a geração alpha, podem ter como pais, pessoas da Geração X ou da Geração Y. Nasceram em um modo conectado por redes digitais, sendo essa a sua principal característica destacada até o momento, já que os mais velhos ainda são crianças que estão na Educação Infantil, mas que mesmo antes de realizar seus primeiros passos, já tinham um contato com *notebooks*, *smartphones* ou *tablets* (TOLEDO; ALBUQUERQUE; MAGALHÃES, 2012; JORDÃO, 2016).

Assim, compreende-se que a ordem é inovar, tanto por parte da escola ao possibilitar a utilização de ferramentas didáticas atuais, a exemplo dos livros didáticos “modernizados”, que não ficam trabalhando apenas com conteúdo seguido da aplicação de exercícios em cada capítulo, mas que apresentam atividades experimentais, relaciona os temas abordados com o cotidiano do estudante e aplicações tecnológicas (SOUZA, 2016).

Do exposto, o professor deve fugir do tradicional e buscar metodologias ou estratégias com uma abordagem que trate de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), através de simulações computacionais, salas online para interação através de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) ou de aplicativos de interação que envolvam alguma NTIC ou TDIC, a exemplos de *smartphone*, *tablet*, aplicativos, dentre outros recursos, permitindo assim um ensino de Física interdisciplinar, que mostra a relação da disciplina com as tecnologias que cercam a vida dos alunos, além de possibilitar o desenvolvimento do senso crítico e investigativo dos alunos (SOUZA, 2016).

Em pleno século XXI, a busca por novas metodologias de ensino deve ser privilegiada (ARANHA, 2006). Os nuances das gerações aqui comentadas não trazer complexidade a atividade docente e nem ser vista como um obstáculo à eficácia ou um gerador de desânimo, mas tornar-se um convite a sair da inércia de um ensino tradicional, monótono e sem perspectivas, e, assim aproveitar a leva de possibilidades e incentivar a criatividade potencial que todo docente traz consigo buscando a inovação (CARVALHO, 2011).

3 O CONCEITO DE MEDIAÇÃO EM VIGOTSKI

Lev Semenovich Vigotski³ (1896-1934), bielo-russo, conhecido mundialmente por seus estudos realizados nas áreas da psicologia, pedagogia, filosofia, literatura, deficiência física e mental e, a “pedologia”, ciência da criança que integra os aspectos biológicos, psicológicos e antropológicos, dedicando-se principalmente as funções psicológicas superiores ou processos mentais superiores. Mesmo com seu pouco tempo de vida, conseguiu produzir, aproximadamente, 200 trabalhos científicos, de qualidade inquestionável, tidos como textos carregados, com ideias que mesclavam filosofia, literatura, dentre outras áreas (OLIVEIRA, 2010).

Mesmo nos anos finais de sua vida, debilitado devido a convivência por mais de 10 anos com a tuberculose, Vigotski continuou com a sua produção textual mas, devido à sua enfermidade, seus trabalhos passaram a ser produzidos oralmente, através de ditados ou por anotações de suas aulas ou de conferências que participava (OLIVEIRA, 2010).

Alguns de seus trabalhos tiveram a participação de colaboradores, a exemplo de, Alexander Romanovich Luria (1902-1977) e Alexei Nikolaievich Leontiev (1904-1979), seus alunos e principais pupilos, que dedicaram suas vidas a dar continuidade aos estudos de Vigotski, gerando novas teorias e projetos de pesquisa. Os três, jovens intelectuais que buscavam criar uma nova sociedade, procurando conectar a produção científica com o regime social pela qual a Rússia estava a embarcar, após o período pós-revolução comunista, através do Escola de Psicologia da União Soviética (CARVALHO; MATOS, 2015; OLIVEIRA, 2010).

No início do século XX, haviam duas fortes tendências na psicologia: a psicologia como ciência natural, que compreendia o homem como um corpo, para poder explicar processos elementares sensoriais e reflexivos, que procura aproximar seus métodos de outras ciências, utilizando conhecimentos físicos, químicos, bem como de outras áreas, para quantificar fenômenos observados, relacionado com a psicologia experimental e; a psicologia como ciência mental, que considera o homem como mente, consciência, espírito, ao descrever as propriedades dos processos psicológicos superiores, de forma a aproximar a psicologia da filosofia e das ciências humanas (OLIVEIRA, 2010).

É possível perceber que as duas tendências vão de encontro, haja vista que a psicologia experimental não se aprofundava nas funções psicológicas mais complexas do homem, enquanto a psicologia da ciência mental, não se atentava a descrever aqueles processos de forma

³ Será adotada a grafia Vigotski. No entanto, por conta das traduções do russo para o espanhol, do russo para o inglês e para outros idiomas, encontram-se grafados na literatura: Vygotsky, Vygotskij e Vygotski e outros.

aceitável para a ciência. Dessa forma, ao estudar essas duas tendências da psicologia, Vigotski tentou sintetizar as duas visões em uma nova abordagem para a psicologia, contradizendo àquelas que postulam que a apropriação dos conceitos se dá do individual para o social. Em outras palavras,

As funções psicológicas têm um suporte biológico, pois são produtos da atividade cerebral; o funcionamento psicológico fundamenta-se nas bases sociais entre o indivíduo e o mundo exterior, as quais se desenvolvem num processo histórico; a relação homem/mundo é uma relação mediada por sistemas simbólicos (OLIVEIRA, 2010, p. 24).

Assim, um dos conceitos tratados por Vigotski é a **mediação** que, segundo Oliveira (2010, p. 28), "[...] em termos genéricos, é o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação", de forma que a relação existente deixa de ser direta para ser mediada por esse elemento em questão, que pode ser um computador ou qualquer outro componente que se encaixe como NTIC ou TDIC. No caso desta de estudo serão as NTIC representados pelo computador e o *Scratch*.

De acordo com Bernardes (2012, p. 32), “no processo de apropriação da cultura, decorrente das atividades humanas em geral, a mediação é identificada como categoria fundamental para a compreensão do desenvolvimento humano.”

Carvalho e Matos (2015, p. 190) corroboram com essa ideia ao complementar que a mediação se caracteriza como um “processo de intervenção de um elemento intermediário em uma relação que deixa de ser direta e passa a ser mediada por um elemento interposto”. Tal elemento interposto permite a ampliação das possibilidades que possam vir a surgir entre o estudante e a área de conhecimento, que neste caso desta pesquisa se trata da Ondulatória.

Com isso, se tem a visão que o estudo de Vigotski trabalha com a perspectiva de que a relação do homem com o mundo não é uma relação direta e, sim, **mediada** (OLIVEIRA, 2010; CARVALHO; MATOS, 2015). As autoras afirmam, ainda, que tais elementos mediadores introduzem um elo a mais nas relações organismo/meio, o que as tornam mais complexas, já que para Vigotski, o homem não atua diretamente com o mundo e, sim, necessariamente, a fim de que ocorra o seu desenvolvimento, com uma relação mediada.

Feitas as reflexões, entende-se que mediação no processo ensino e aprendizagem da Física ou de quaisquer outras áreas, é fundamental, ou seja, um “processo essencial para tornar possível, atividades psicológicas voluntárias, intencionais, controladas pelo próprio indivíduo” (OLIVEIRA, 2010, p. 35).

Sobre essa discussão, podem ser utilizados como mediadores, conforme Vigotski apresentou, **instrumentos** ou **signos**, onde instrumentos “[...] são ferramentas, como o machado, o lápis, entre outros que servem para modificar os objetos, e, com isso, ampliar as possibilidades de transformação do mundo e levar o homem a atingir seus objetivos.” Por sua vez, os signos são mecanismos que quando utilizados se apresentam como marca ou sinal e “[...] têm como função ajudar a solucionar um determinado problema psicológico, como lembrar, comparar coisas, relatar, entre outras, e, portanto, para ferramentas psicológicas que provocam transformações nas pessoas” (CARVALHO; MATOS, 2015, p. 190).

Vigotski (2007), ao estudar as origens sociais da memória indireta (mediada), descreve que povos iletrados, a exemplo dos incas que usavam nós, os *quipus*, para registrar informações sobre quantidades e outros fatos da vida cotidiana, possuem uma memória que domina o seu comportamento natural, que chamou de memória natural e considera que apesar de estarem em estágio tido como primitivo em relação ao desenvolvimento do ser humano, tiveram uma evolução organizacional, cultural e comportamental, o que ressalta que esses povos ultrapassaram seus limites em relação as funções psicológicas impostas pela natureza (OLIVEIRA, 2010).

Essas ações, para os incas, ou seja, a utilização de nós, mudam conforme o comportamento do povo iletrado estudado, provocam uma mudança estrutura psicológica do processo no qual a memória é formada, possibilitando agregação de estímulos artificiais, denominados de signos (VIGOSTSKI, 2007). No sentido de melhor aclarar o que é um signo, e complementar o que já foi dito, entende-se que “[...] é uma marca externa, que auxilia o homem em tarefas que exigem memória ou atenção.” (OLIVEIRA, 2010, p. 32).

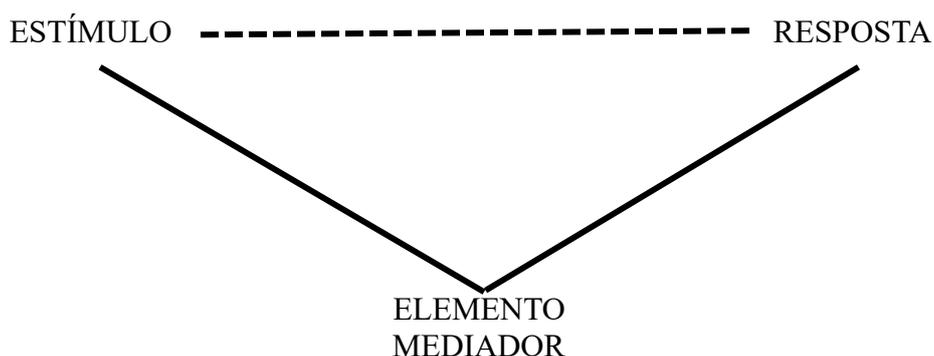
No século XVII, Sir Isaac Newton, publica uma das mais importantes obras científicas, os “Princípios Matemáticos da Filosofia Natural” (*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*), também conhecida como *Principia*, onde são apresentadas suas conhecidas leis/princípios, que tratam sobre o estudo das forças quando aplicadas sobre um corpo. O Princípio da Ação e Reação, relata que “toda ação corresponde uma reação igual e contrária, ou seja, as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas em sentidos opostos” (NUSSENZVEIG, 2002, p. 76).

Três séculos depois, é apresentado um pensamento semelhante ao de Newton, agora voltado para a mudança de comportamento das pessoas, quando ocorre a criação e o uso de estímulos. Essa alteração comportamental é uma reação direta de uma situação-problema, onde é apresentado um estímulo ao indivíduo e obtido uma resposta do mesmo, sendo representada pela fórmula “S → R” (VIGOSTSI, 2007).

Sabe-se que as leis propostas por Newton podem ser utilizadas para o estudo de um objeto e que a resposta (reação) ao estímulo (ação) é, dentre outras características, contrária, enquanto o estímulo e resposta tratado por Vigotski são dirigidos a um indivíduo e pode ter uma resposta positiva ou negativa.

A utilização de signos, já comentada anteriormente, proporciona uma alteração na relação estímulo-resposta, já que o signo pode ser tornar um elo intermediário, sendo denominado de estímulo secundário ou de segunda ordem, atuando sobre o indivíduo e não sobre o ambiente. De forma que, conforme a Figura 1, o processo anteriormente tido como simples, agora é complexo, devido ao acréscimo do elemento mediador, mas que promove a mediação por meios indiretos. Assim, aquela memória que foi criada através da mediação de algum signo, se torna mais concreta do que aquela na qual não mediada (VIGOTSKI, 2007).

Figura 1 – O processo estímulo-resposta mediado



Fonte: Vigotski (2007).

Para Vigotski (2007), nesse novo processo estímulo-resposta mediado, o elemento mediador intermedia a compreensão do que está sendo trabalhado, mas não é um método que aumente a eficiência da operação preexistente, como também não é adicionado no processo $S \rightarrow R$, tendo em vista que sua função é de auxílio, uma ação de reserva, atuando qualitativamente para que os discentes controle seu próprio comportamento. Percebe-se que os signos conduzem os seres humanos a “uma estrutura específica de comportamento que se destaca do desenvolvimento biológico e cria novas formas de processos psicológicos enraizados na cultura” (VIGOTSKI, 2007, p. 34).

Carvalho e Matos, (2015) compreendem que a utilização de marcas externas, os signos mas que se configuram no plano psicológico, gera um processo interno de mediação, mecanismo esse denominado por Vigotski de processo de **internalização**. Essa ação é

“consequência da mediação simbólica e é entendido como o próprio processo de desenvolvimento cultural” (CARVALHO; MATOS, 2015, p. 195).

Com isso, é possível entender que a internalização é desenvolvida por uma atividade externa que, simultaneamente, reconstrói-se internamente no indivíduo. Então, o processo de internalização é tanto a apropriação gradual, pelos indivíduos, dos instrumentos socialmente produzidos, quanto uma apropriação progressiva das operações psicológicas constituídas na vida social (CARVALHO; MATOS, 2015).

Em se tratando da função social da escola, tais pensamentos são de extrema importância, pois a escola e, em especial os educadores, devem compreender os estudantes como indivíduos potencialmente capazes de aprender e de se desenvolver à medida que interagem com os diversos artefatos culturais (signos e instrumentos), com os outros indivíduos e consigo mesmo.

Para Carvalho e Matos (2015, p. 196), “em situações de interação social, o indivíduo também sabe argumentar, empregando até mesmo os diferentes significados e sentidos dessa palavra então ocorrer internalização.” As autoras completam afirmando que, para o processo de internalização ocorrer no contexto histórico, deverão ser levadas em conta suas experiências acumuladas individualmente na dinâmica do convívio cultural, bem como na capacidade que o indivíduo possui de refletir e mudar o contexto em que atua para atender às suas necessidades.

Em conformidade com a perspectiva teórico-metodológica adotada neste manual – a teoria sócio histórica – se propõe a produzir instrumentos que possibilitem a internalização dos conceitos de Física, com destaque na Ondulatória, por parte dos estudantes da 2ª série do Ensino Médio.

4 A GAMIFICAÇÃO EM PAUTA

Os jogos têm presença constante em qualquer escola, tanto por sua atração natural, quanto pela ludicidade que é inerente a eles. Para Huizinga (2000, p. 9), “o jogo é uma função da vida, mas não é passível de definição exata em termos lógicos, biológicos ou estéticos.” Deve-se entender que jogar e brincar não são sinônimos. Existem vários tipos de jogos, como o jogo de cunho educativo, que se propõe a facilitar a compreensão de algum tema (RAMOS; MARQUES, 2017).

A partir do início do século XXI, foi observado, sejam nos estudos que vêm sendo desenvolvidos sobre o ensino e aprendizagem de conceitos científicos na Educação Básica, a exemplo de Alves (2006) e Frawley (2000), mudanças causadas pelas NTIC, as quais têm influenciado na prática pedagógica do professor, ou melhor, na cultura e na sociedade. A junção das NTIC com os jogos permitiu o surgimento dos jogos digitais, que estão cada vez mais presentes na vida das pessoas, seja criança, jovem ou adulto, através de Puzzle, jogos de estratégia, jogos de ação ou jogos de aventura (RAMOS; MARQUES, 2017). Nesse cenário, a cultura digital passa a ser um dos principais mecanismos de produção e de apropriação de conceitos pela humanidade. E, dessa forma, emerge a estratégia de ensino e de aprendizagem: a "*gamificação*".

Antes de aprofundar sobre o assunto, é importante apresentar a origem do termo ponto chave dessa subseção. Nick Pelling, um programador de videogames, no ano de 2004, promove a primeira aparição do termo em um documento, quando aplica os seus conhecimentos em uma consultoria para empresas de outras áreas (SILVA, 2014). Conforme apresenta Bittencourt, Grassi e Valente (2018), a palavra *gamification* obteve uma popularização após Jesse Schell⁴ realizar uma conferência na DICE (*Design Innovate Communicate Entertain*) em fevereiro de 2010. Apesar de ainda não estar presente em dicionários da língua portuguesa, a exemplo do Dicionário Aurélio (Digital), e por isso sempre aparece grifado, o termo foi aportuguesado, sendo usado em várias publicações como *gamificação*, tido como o ato de tornar jogo.

Alguns autores ainda usam outros termos como *gameficação* (FARDO, 2013) remetendo a ideia de videogames, enquanto Mastrocola (2012) acredita que o termo mais

⁴ Jesse N. Schell é um designer de videogame americano, autor, CEO da Schell Games e um ilustre professor de Prática de Tecnologia de Entretenimento no Centro de Tecnologia de Entretenimento da Universidade Carnegie Mellon e do programa de mestrado conjunto entre a Faculdade de Belas Artes e a Escola de Ciência da Computação em Pittsburgh, Pensilvânia.

condizente no português seria *ludificação*, que é refutado por abranger uma maior quantidade de atividades. Nesse estudo, como já demonstrado, o termo será adotado como *gamificação*.

Assim, é possível compreender, inicialmente, que *gamificação é uma* "[...] estratégia didática onde se utiliza elementos de games em contextos que não são de games no intuito de promover a motivação dos discentes" (DURÃO; BLEY; ARAÚJO, 2015, p. 2) em uma área de conhecimento. Para Andreotti, Egido e Santos (2017, p. 1), a *gamificação*, ou *gamificar*, é a ação de utilizar "mecanismos e sistemáticas de jogos para realização de uma determinada atividade na qual não se tenha como objetivo jogar pelo simples propósito de jogar".

Para Fardo (2013, p. 2), a *gamificação* não é necessariamente a criação de um game/jogo que trate de algum "problema, recriando a situação dentro de um mundo virtual, mas sim em usar as mesmas estratégias, métodos e pensamentos utilizados para resolver aqueles problemas nos mundos virtuais em situações do mundo real". Por corroborar com os pensamentos desses pesquisadores, a *gamificação* aqui compreendida neste estudo, é aquela em que há toda uma intencionalidade e planejamento com jogos padronizados, no que concerne ao processo educativo escolar.

É possível observar a *gamificação* em atividades que não ligadas a games, a exemplo da área escolar, quando ocorre emprego de elementos que normalmente são encontrados em *games*, tal como: narrativa; sistema de feedback; sistema de recompensas; conflito; cooperação; competição; objetivos e regras claras; níveis; tentativa e erro; diversão; interação; interatividade; entre outros. O objetivo desses elementos é proporcionar a maior interação possível e engajamento por parte dos participantes da atividade (FARDO, 2013).

Fardo (2013b), tomando como base McGonigal (2011), destaca que a utilização de voluntariedade, regras, objetivos e feedbacks já permitem a realização de um jogo e de *gamificar* o mesmo. Os quatro elementos são apresentados na Figura 02, desenvolvida por Silva, Sales e Castro (2019), que representa como esses elementos devem ser interconectados para que se possa assemelhar ao máximo a um *game*. De modo que, os jogadores, voluntariamente aceitem as condições inerentes ao jogo, busquem atingir os objetivos, através da compreensão das regras indicadas a eles, tendo o *feedback* como parâmetro de quão perto estão de chegar aos objetivos propostos pelo jogo.

Figura 2 - Representação esquemática dos elementos de games interconectados.

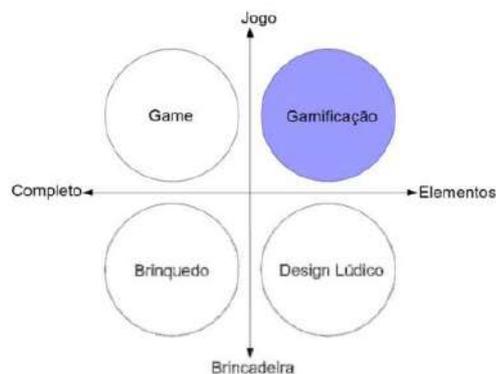


Fonte: SILVA; SALES; CASTRO (2019).

Por sua vez, na Figura 3, se apresenta uma contextualização da *gamificação*, sendo a mesma colocada entre dois eixos. Ou seja, no “horizontal se traz a ideia de um jogo (no caso, *game*) completo até as suas partes (elementos) e, no vertical, a contextualização da brincadeira (livre e descontraída) ao jogo (mais formal)” (FARDO, 2013, p. 2). O autor em tela, ainda, complementa, afirmando que, dessa forma

[...] a *gamificação* pressupõe o uso de elementos dos *games*, sem que o resultado final seja um *game* completo, e também se diferencia do design lúdico na medida em que este pressupõe apenas um aspecto de maior liberdade, de forma lúdica, quanto ao contexto em que está inserido. Em outras palavras, nessa concepção, abordar um problema de forma lúdica não implica em contemplar objetivos e seguir uma metodologia mais precisa, que é o que a *gamificação* propõe (FARDO, 2013, p. 2).

Figura 3 – Contextualização da *gamificação*.



Fonte: Deterding *et al* (2011) *apud* Fardo (2013)

A título de melhor esclarecimento, a utilização do tipo de jogo ou dos elementos que serão utilizados depende de como ocorrerá a aplicação e de qual finalidade terá o mesmo. Segundo Fardo (2013, p. 3), fundamentado em Ladley (2011), é possível “construir sistemas *gamificados* baseados apenas em pontos, medalhas e tabelas de líderes (PBL – *Points, Badges and Leaderboards*), que são apenas as mecânicas mais básicas de um *game*”. Estes têm como objetivo gerar uma mudança no comportamento do indivíduo através de recompensas.

Nessa perspectiva, perante a possibilidade de envolver mais e mais pessoas e, da capacidade de motivar e “prender” o jogador, os jogos digitais passam a ser objeto de estudo de diversas áreas de conhecimentos como recursos poderosos para a aprendizagem (DURÃO; BLEY; ARAÚJO, 2015).

É pertinente destacar que, a *gamificação* possui 04 (quatro) princípios norteadores, sendo eles:

(a) embasar-se em jogos significa criar um ambiente onde as pessoas queiram investir seu tempo, energia e cognição; (b) mecânicas são blocos de regras, são cruciais para o desenvolvimento da *gamificação*. Apesar de importantes, não atuam sozinhas no processo de engajamento. (c) a estética é o olhar do indivíduo sobre aquela experiência, nos traz o feedback de como o indivíduo percebe a *gamificação*; (d) o pensamento como num jogo. (ANDREETTI; EGIDO; SANTOS, 2017, p. 2 apud BUSARELLO, 2016).

Nesse contexto, os estudantes do século XXI são tidos como nativos digitais devido à sua familiaridade com as NTIC e, conseqüentemente, são integrados a ambientes *gamificados*, os quais são utilizados para brincar, seja através de computadores, *tablets*, *smartphones*, dentre outras tecnologias digitais (ANDREETTI; EGIDO; SANTOS, 2017). Como apresentado na subseção anterior, esses estudantes fazem parte da Geração Z e Alpha. Eis, portanto, o questionamento: por que não levar a *gamificação* enquanto estratégia didática para as aulas de Física no Ensino Médio? Conforme Durão, Bley e Araújo (2015, p. 3), essa é uma necessidade, afinal “os games são jogos digitais que fazem parte hoje do universo de pessoas das diferentes classes sociais e faixas etária” e, como Huinzinga (2000) apresenta em sua obra, o jogo faz parte da humanidade desde o surgimento das civilizações.

Dessa forma, a *gamificação* se apresenta como estratégia que proporciona inúmeras potencialidades de aplicação nos mais diversos campos da atividade humana, pois a linguagem e metodologia dos *games* são cada dia mais populares e eficazes na resolução de questões (pelo menos no mundo virtual) e sendo aceitas naturalmente pelos nativos digitais que cresceram interagindo com esse tipo de entretenimento e até por gerações anteriores. (FARDO, 2013).

Enfim, essa estratégia didática, pode ser “uma cuidadosa e ponderada aplicação da ideia de jogo ao utilizar os elementos dos jogos que forem considerados apropriados para resolução de problemas e para estimular a aprendizagem” (ANDREETTI; EGIDO; SANTOS, 2017, p. 2 apud KAPP, 2012).

Com isso, a *gamificação* encontra na educação formal uma área bastante fértil para a sua aplicação, já que os estudantes são sujeitos que trazem muitas aprendizagens oriundas de suas relações com os games, assim como os docentes, o que facilita a aplicação de jogos ou de recursos ligados ao tema.

O fato dos estudantes serem nativos digitais cria a necessidade do desenvolvimento de novas estratégias ou metodologias para ser utilizada com esses indivíduos que estão cada vez mais inseridos no contexto das mídias (sejam sociais ou não) e das NTIC ou TDIC, devido apresentarem desinteresse pelos métodos tradicionais de ensino e de aprendizagem, ainda presentes na maioria das escolas.

Desse modo, a partir da utilização de jogos e através dessa experiência é possível aumentar o nível de interesse, participação e motivação dos estudantes e promovendo uma maior interação entre eles. Na verdade, o jogo contribui para que o conhecimento seja construído de uma forma diferente do que se observa tradicionalmente, através de aulas expositivas, em que o professor apenas fala e propõe atividades enquanto os alunos escutam e executam ordens (FARDO, 2013).

Essa atitude provoca um deslocamento do professor no que tange ao seu papel, que é o de organizar o ensino. Isso permite que se busque compreender as interações que ocorrem entre professor, aluno e o uso de “meios” ou instrumentos como, textos, recursos, etc. Tais atividades devem ser propostas com intenções de mediar a busca pelo conhecimento, de forma a provocar uma internalização nos alunos dos conhecimentos existentes.

É necessário ressaltar que, apesar de potencializar a *gamificação* através dos seus recursos, as NTIC e TDIC não são um requisito para a sua aplicação, pois simples jogos de tabuleiro podem ser instrumentos de *gamificação* para mediar à busca por conhecimentos para internalização.

Percebe-se que a *gamificação* enquanto estratégia didática se apresenta como um instrumento que favorece a concretização da interatividade e aprendizagem colaborativa, através da mediação, sendo estes necessários para a apropriação de conhecimentos científicos. Em síntese, utilizar a *gamificação* para motivar a participação dos discentes e, por conseguinte, promover a interatividade, um aprender colaborativo e a internalização do conhecimento.

5 O SCRATCH E A SUA RELAÇÃO COM A GAMIFICAÇÃO

O *Scratch*⁵ é uma linguagem de programação, que foi desenvolvida no ano de 2007 pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), através do *MIT Media Lab*⁶, laboratório dedicado a produzir recursos tecnológicos para as pessoas criarem um mundo melhor. Conforme seu portal, e apresentado na Figura 4, o *Scratch*, também é uma comunidade online, que permite aos usuários construir histórias interativas, animações, jogos, simulações e ambientes que possam mediar a aprendizagem. O compartilhamento de projetos no *Scratch*, permite que os usuários aprendam a pensar criativamente, raciocinar sistematicamente, e trabalhar em grupo (SCRATCH, 2019).

Figura 4 – Página inicial do *Scratch*.



Fonte: Scratch.mit.edu.

Tais ferramentas possibilitam ao usuário, seja o professor ou o estudante, desenvolver o seu pensamento criativo, o raciocínio lógico e sua curiosidade intelectual. O *Scratch* foi especialmente desenvolvido para o ensino de linguagem de programação a crianças, e foi totalmente traduzida para o português, sendo ofertado na versão 2.0 a partir do ano de 2013 (ANJOS; FREITAS; ANDRADE NETO, 2016).

⁵ Disponível em: <https://scratch.mit.edu/>.

⁶ Disponível em: <https://llk.media.mit.edu/>.

No ano de 2019, o *Scratch* foi atualizado para a versão 3.0, tendo acréscimo de novos recursos para seus usuários, a exemplo de: novas imagens; novos suportes a materiais; novas capacidades de programação; possibilidade de funcionamento em dispositivos móveis, como *smartphones*, para visualizar os projetos, e *tablets*, para visualizar e criar novos projetos.

Há um consenso de pensamento de pesquisadores que discutem as tecnologias digitais que, a utilização de softwares que trabalham com simulações e medeiam o aprendizado, na verdade,

[...] permite ainda estabelecer uma ponte entre os conhecimentos prévios dos alunos e a aprendizagem de novos conceitos físicos, ajudando, inclusive, no desenvolvimento do conhecimento científico por meio de uma reformulação ativa de eventuais conceitos que não são efetivamente absorvidos pelos alunos (FERNANDES; SOUZA; DENIS, 2017, p. 120).

É oportuno esclarecer que, para a utilização do *Scratch* não há necessidade de conhecimento em qualquer tipo de linguagem de programação, pois o mesmo utiliza uma programação gráfica, o que possibilita o manuseio do programa por qualquer pessoal, sendo especialmente indicado como recurso educacional.

5.1 A PROGRAMAÇÃO EM BLOCOS E O SCRATCH

Um bom raciocínio é fundamental para qualquer ser humano. O raciocínio lógico é essencial para quem deseja utilizar as ferramentas disponibilizadas para os profissionais da área da computação, física computacional, ou qualquer pessoa que deseje produzir algum *software*, simulação, dentre outros. O pensamento computacional, onde se pensa nos problemas de uma forma analítica, de maneira a encontrar soluções através de algoritmos e contem características como a formulação de problemas e a organização e análise lógica dos dados obtidos, realizando a sua representação por meio de abstrações, com o intuito de encontrar soluções automatizadas por meio de algoritmos. Por fim, ocorre a identificação, análise e implementação de soluções, para que ocorra a generalização e transferência do processo de solução encontrado para resolução de outros problemas (RODRIGUEZ; ZEM-LOPES; MARQUES; ISOTANI, 2015).

Para tal, é necessário a produção de programas que utilizem alguma, das inúmeras linguagens existentes, onde cada qual requisitam diferentes notações para a obtenção de um mesmo resultado, conforme é apresentado na Figura 5, usando parâmetros, símbolos, comandos, além de notações com características próprias. Como é de se esperar, as linguagens mais utilizadas mundialmente, necessitam de algum conhecimento da língua inglesa.

Figura 5 – Exemplos de linguagem de programação textual para expressar “Hello!”.

```
print('Hello!')           (na linguagem Python)
std::cout << "Hello!" << std::endl; (na linguagem C++)
System.out.print("Hello!"); (na linguagem Java)
```

Fonte: Marji (2014).

A programação em blocos possibilita a utilização de ferramentas como som e imagem, associado ao ambiente gráfico, com blocos coloridos que são encaixados. Por esse motivo, o *Scratch* é tido por Mendonça Neto (2013), Marji (2014), dentre outros, como uma linguagem de programação gráfica, já Elias, Motta e Kalinke (2018) o apresentam-na como uma linguagem visual de programação. Conforme a Figura 6 apresenta, o *Scratch* tem a capacidade de simplificar os comandos na produção de seus projetos.

Figura 6 – Exemplo de linguagem de programação por blocos para expressar “Hello!”.



Fonte: Marji (2014).

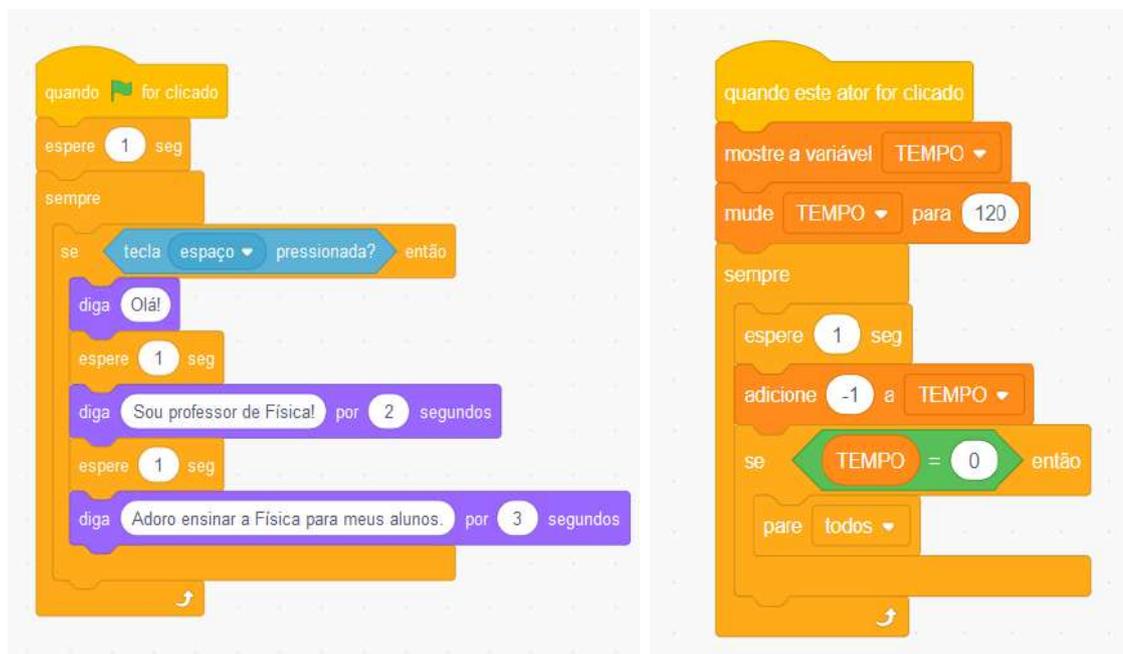
No entendimento de Scaico et al (2012), compreender uma linguagem de programação não algo fácil, posto que os autores compreendem que é uma tarefa desafiadora, mas que propicia o estímulo de inúmeras capacidades cognitivas, agregando aqueles que estão a par, a capacidade de aplicar os conhecimentos na programação, sobretudo o pensamento computacional, na resolução dos mais variados tipos de problemas, independente da profissão que se tenha.

Para Scaico et al (2012), os iniciantes no estudo da programação, sentem uma maior dificuldade com a sintaxe utilizada. Marji (2014, p. 21) descreve como uma “forma enigmática de inglês”, devido a necessidade de compreender a linguagem que o computador entende, assim como o idioma da língua inglesa, que está presente nas linguagens mais utilizadas pelos programadores (SCAICO et al., 2012).

Dessa forma, o *Scratch* aparece como um mediador do pensamento computacional e consequentemente da linguagem de programação, sendo trabalhada por Queiroz e Sampaio (2016) com estudantes do ensino fundamental, com estudantes do ensino regular do ensino médio, com Scaico et al., (2012), ou através de projetos de Iniciação Científica com alunos do ensino médio, a exemplo de Rodriguez, et al. (2015), assim como em cursos técnicos, como apresenta Mendonça Neto (2013) e Educação Superior por Elias, Motta e Kalinke (2018).

Percebe-se que todos os trabalhos citados vão ao encontro de que a utilização do *Scratch* proporciona um melhor entendimento sobre a programação, tornando-a clara o suficiente, para estudantes, desde o Ensino Fundamental a Educação Superior, conforme é apresentado na Figura 7, por além de ser intuitiva, está traduzido para inúmeros idiomas, dispensando o pré-requisito da compreensão da língua inglesa, bem como aos docentes que desejam utilizar o *Scratch* para a produção de projetos por parte de seus estudantes ou implementar alguma estratégia mediadora com o mesmo.

Figura 7 – Exemplo de blocos do *Scratch*.



Fonte: Dados do autor.

Nesse contexto, tem-se o estudo de Anjos, Freitas e Andrade Neto (2016) que relata a utilização do *Scratch*, combinado com um jogo disponibilizado para dispositivos móveis (*Angry birds*), com o intuito de mediar os conceitos de Cinemática, envolvendo tipos de movimentos, velocidade média, ângulos, lançamentos de projéteis e gravidade. Para isso, se

baseia na Teoria de Mediação Cognitiva durante o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) em uma escola pública.

Os autores relatam que a aplicação do *Scratch* contribuiu no sentido de que os estudantes compreendessem as bases do pensamento computacional e internalizassem as ferramentas necessárias para desenvolver o projeto sobre o fenômeno físico abordado dentro da interface do ambiente de desenvolvimento, assim como colaborou para que os estudantes compreendessem os diferentes tipos de movimentos (Lançamento Vertical, Queda Livre e Lançamento Oblíquo) bem como gravidade. É importante informar que, no relato apresentado por Anjos, Freitas e Andrade Neto (2016), não aparece o termo *gamificação*, tão pouco os termos voluntariedade, regras, objetivos e feedbacks, que são inerentes a estratégia.

5.2 BEM-VINDO AO SCRATCH

Ao produzir um projeto no Scratch, o operador tem a opção de salvá-lo em seu computador, caso tenha-o instalado, o que permite realizar alterações sem estar necessariamente conectado à internet ou pode carregá-la diretamente no site do *Scratch*, onde podem ser compartilhados com os outros participantes da comunidade, permite a realização de comentários por outras pessoas ou que seja remixado, possibilitando o surgimento de novos projetos.

Em 2019 foi lançada a versão 3.0 do *Scratch* apresentando uma mudança visual em seu layout na sua interface do ambiente de desenvolvimento, apresentada na Figura 09, continua com as mesmas áreas e ícones das versões anteriores, mas proporciona uma produção de projetos mais intuitiva.

A interface contém uma barra de menu, para mudanças de idiomas, iniciar ou carregar projetos e visualizar alguns tutorias. São disponibilizadas três abas: Código, onde são listados os blocos para a produção do script; Fantasias, que permite editar e selecionar, quando disponível, os atores do projeto; e Sons, para a seleção, gravação e edição de áudios.

O palco (*Stage*) é a região localizada a direita, onde são visualizadas as ações propostas aos atores e cenários, assim como a interação entre os mesmos. Para a localização ou movimentação de um ator no palco, é usada a ideia de um plano cartesiano, tendo no centro a coordenadas para “x” e “y” igual a zero para ambas (0,0).

Consta na parte inferior direita, a lista de atores (*Sprite List*) onde são exibidos uma miniatura de todos os atores, com seus respectivos nomes. Como ressalta Marji (2014), sempre

que se inicia um novo projeto, esse começa com um palco em branco e um único ator, representado por um gato, conforme mostrado na Figura 8.

Figura 8 – Interface do ambiente de desenvolvimento do *Scratch*.



Fonte: Dados do autor.

Ao centro, fica localizada a região onde os blocos de comando são construídos (*Scripts Area*), para tal, é necessário arrastar os blocos da aba Código, soltando-os e unindo-os conforme o objetivo do *script*. É importante ressaltar que não se pode encaixar todos blocos aleatoriamente, sendo essa mais uma das qualidades do *Scratch*, pois evita algum erro de digitação que ocorrem normalmente durante a produção de programas em linguagens de programação baseadas em texto (MARJI, 2014).

Na lateral esquerda, das três abas existentes, a primeira é a que contém os blocos para a produção dos *scripts*, estes estão divididos em nove categorias, sendo elas: Movimento; Aparência; Som; Variáveis; Eventos; Controle; Sensores; Operadores e; Mais Blocos. As categorias apresentam diversos componentes e são diferenciadas por cores, com o objetivo de facilitar a identificação dos mesmos. A Figura 9 apresenta exemplos de alguns blocos das categorias contidas na aba Código e citadas anteriormente, onde é possível observar que apesar de algumas semelhanças em seus formatos entre algumas categorias, outras possuem um formato contendo alguma saliência, reentrância ou extremidades arredondadas ou pontiagudas.

Figura 9 – Exemplos de blocos das categorias existentes na aba Código.



Fonte: Dados do autor.

Entende-se que, essa linguagem de programação gráfica, se bem aplicada, pode romper com o paradigma da "educação bancária", ainda presente no meio educacional. Para Freire (1979, p. 20), trata-se daquela “[...] educação que ainda permanece vertical. O professor ainda é um ser superior que ensina a ignorantes. Isto forma uma consciência bancária. O educando recebe passivamente os conhecimentos, tornando-se um depósito do educador.” Nessa compreensão, como qualquer outra NTIC, o *Scratch* pode modificar essa realidade nos locais onde esse formato de educação ainda persiste, transformando-a em algo horizontal.

É importante ressaltar que o *Scratch* não é a única linguagem de programação que se utiliza de artifícios gráficos/visuais, conforme apresenta Queiroz e Sampaio (2016), a exemplo de Code.org⁷, que possui suas próprias ferramentas para o ensino de programação através de blocos e o Programaê⁸ e Code Club Brasil⁹, que tem como base o *Scratch* em seus programas de aprendizado de programação.

5.3 REMIXANDO NO SCRATCH

Qualquer usuário pode realizar uma cópia de algum outro projeto já existente e realizar as alterações que achar necessário, modificando-o conforme sua necessidade, podendo mudar cenários, personagens, trajes, falas ou efeitos, por exemplo, tendo como resultado o remix do projeto inicial, como descrito na Figura 10.

⁷ Disponível em: <https://code.org/>.

⁸ Disponível em: <http://programae.org.br/>.

⁹ Disponível em: <http://codeclubbrasil.org/>.

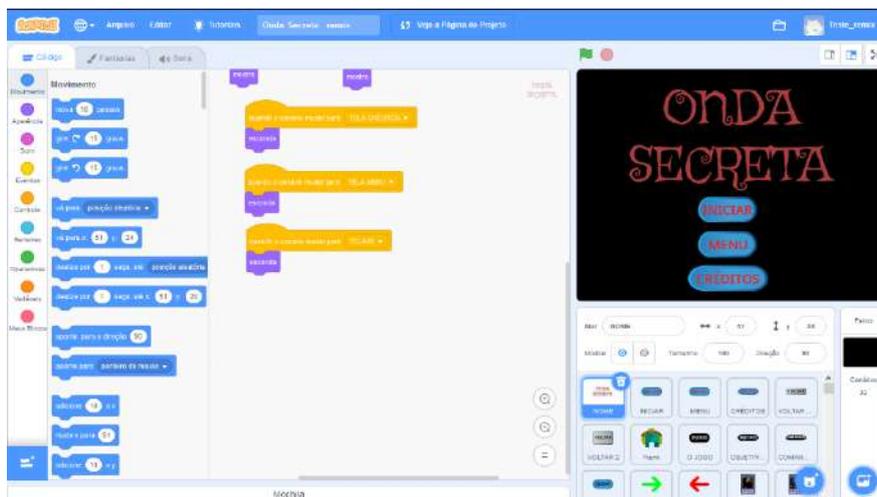
Figura 10 – Botão remix.



Fonte: Dados do autor

O *Scratch* permite remixar todos os projetos que estejam compartilhados do site, levando em consideração, que qualquer alteração no projeto inicial é compreendida como uma remixagem, apresentando os créditos referente ao autor do projeto original e de quem realizou as alterações. Qualquer usuário que esteja cadastrado no site pode realizar um remix de determinado projeto, ao clicar no botão remix.

Figura 11 – Remixando um projeto.



Fonte: Dados do autor

Todos os usuários podem visualizar os códigos dos projetos, mas as modificações só são possíveis após clicar no botão remix, dando acesso ao ambiente de desenvolvimento do *Scratch*, permitindo que as alterações possam ser realizadas a exemplo da Figura 11.

Ao remixar um projeto, o usuário tem ao menos duas possibilidades, a de aprender a programar e de produzir novos projetos tão ou mais interessantes que os originais ao compartilhar com a comunidade, permitindo que outros projetos possam ser realizados logo em seguida, produzindo uma “árvore” de remixagens.

Conforme o site do *Scratch*, todos os projetos compartilhados possui a licença *Creative Commons Share Alike* de atribuição não comercial, o que remete a “árvore” de remixagens comentada anteriormente, já que qualquer projeto compartilhado no site do *Scratch* por ser remixado e todos podem remixar qualquer projeto que o usuário possa vir a compartilhar no site. Os criadores do *Scratch* compreendem que a remixagem é uma parte importante da comunidade, de forma, que a única maneira de um projeto não ser remixado, é se o mesmo não for compartilhado.

6 O JOGO ONDA SECRETA

O jogo Onda Secreta é um produto educacional que tem a intenção de atender, de alguma maneira àqueles que tenham interesse e necessidade de utilizar, em sala de aula, mecanismos que possam mediar o ensino de Física. Aliado a isso, houve o entendimento que a utilização de NTIC, por parte do docente, iria gerar uma maior motivação nos estudantes. O jogo pode ser acessado através desse link: Onda Secreta, caso queira, pode apenas copiar o endereço¹⁰ na barra de endereços do seu navegador. Caso prefira, o usuário pode realizar o download do *Scratch*, salvar o jogo em questão para uma futura utilização, o que permite acessar o jogo em locais que não há acesso à internet.

Propondo a mediação do ensino de Ondulatória através do *Scratch*, o jogo Onda Secreta é um de jogo de perguntas e respostas, constituído por 3 fases denominadas de bronze, prata e ouro, respectivamente. Em sua totalidade, o jogo é constituído por dezoito itens, que abordam a Ondulatória com maior ou menor complexidade, através de situações-problema, conforme a fase a ser jogada e levando em consideração o nível crescente das mesmas. O nome das fases usadas no produto educacional remete a jogos de sucesso que são comuns entre os estudantes na faixa etária.

A sugestão é que o jogo seja projetado em uma superfície plana, podendo ser uma parede ou o quadro branco da sala durante a aplicação. O professor atua como moderador, ficando responsável por gerir todo o processo que está ocorrendo, organizando e monitorando as equipes durante todo a aplicação, e, após a confirmação das equipes, clicar na alternativa informada pelos mesmos.

É importante salientar, que apesar do *Scratch* permitir a utilização de suas produções através de equipamentos portáteis, como *smartphones* e *tablets* a partir da versão 3.0, é sugerido que o jogo seja projetado em uma superfície plana, para tornar a atividade mais atraente aos seus participantes e para o processo de ensino-aprendizagem, por permitir uma maior interação entre os membros da equipes e entre as próprias equipes, proporcionando a troca de experiência e a cooperação.

¹⁰ Endereço para acessar o jogo Onda Secreta: <https://scratch.mit.edu/projects/331367077/>.

6.1 AS REGRAS DO JOGO ONDA SECRETA

Para que o jogo possa ser aplicado, a orientação é que os estudantes sejam divididos em quatro equipes, essas nominadas com fenômenos da Ondulatória: Difração, Polarização, Reflexão e Ressonância. A divisão dos membros das equipes fica a critério da afinidade dos estudantes, de forma que fiquem em média com 5 a 6 componentes. Um líder pode ser definido para cada equipe, e este ficar responsável por exclamar a alternativa escolhida pela equipe após realizarem as discussões necessárias. Cada equipe poderá responder duas ou mais questões de cada fase, em uma ordem que é definida por sorteio.

As perguntas são todas objetivas e contêm 5 alternativas, havendo apenas uma correta entre elas, de forma que todas abordavam temas discutidos em sala de aula durante a aplicação da Sequência Didática que antecede a realização do jogo. Assim, com a proposta de atrair mais a atenção dos estudantes, a alternativa que contém a resposta correta, emite um som diferente daquelas que estão erradas, objetivando atrair mais ainda a atenção dos participantes e gerar algum entusiasmo com o acerto ou o erro de outra equipe.

No exercício do jogo, os participantes têm acesso a 20 cartas durante as três fases, mas apenas 18 cartas contêm alguma situação-problema. Isso é justificado devido à utilização de duas cartas contendo “pegadinhas”, conforme a Figura 12, que obrigam a equipe passar a vez para próxima equipe participante, estando estas distribuídas apenas nas duas primeiras fases, uma para cada.

Figura 12 – Carta com “pegadinha”.



Fonte: Dados do autor.

Tendo como base jogos que possuem algum apelo juvenil aos estudantes daquela geração, as cartas apresentam a imagem de grandes pensadores, físicos e/ou filósofos naturais que contribuíram de alguma forma para o avanço da Física, sendo eles, conforme a fase e que é apresentado no Quadro 1.

QUADRO 1 – Fases e cartas do jogo Onda Secreta.

FASE	CARTAS
Bronze	Newton; Galileu; Arquimedes; Hertz; Doppler; Copérnico; Pitágoras; Celsius.
Prata	Marie Curie Bohr Faraday Maxwell Kelvin Pascal Torricelli Joule
Ouro	Einstein Cesar Lattes Stephen Hawking Feynman

Fonte: Dados do autor.

De acordo com o Quadro 2, para cada fase jogada, os itens respondidos corretamente atribuem um valor diferente a pontuação das equipes. Caso a equipe responda corretamente o item no tempo estipulado de dois minutos, a mesma terá a pontuação máxima da questão adicionada ao seu *score*.

QUADRO 2 – Pontuação do jogo Onda Secreta.

FASE	TENTATIVA	PONTUAÇÃO	TEMPO DISPONÍVEL PARA RESOLUÇÃO (min)
BRONZE	1 ^a	10	2,0
	2 ^o	9	1,5
	3 ^o	8	1,0
	4 ^o	7	0,5
PRATA	1 ^a	20	2,0
	2 ^o	18	1,5
	3 ^o	16	1,0
	4 ^o	14	0,5
OURO	1 ^a	40	2,0
	2 ^o	36	1,5
	3 ^o	32	1,0
	4 ^o	28	0,5

Fonte: Dados do autor.

Na primeira fase, cada questão respondida corretamente vale 10 pontos, na segunda fase cada questão vale 20 pontos e na terceira e última fase, cada resposta correta possui um valor de 40 pontos. Para cada situação-problema, independente da fase, são delimitados inicialmente dois minutos para que os estudantes possam discutir sobre o item e assim emitir a resposta que em seus critérios seja a correta.

Caso a mesma esteja errada ou se o tempo for ultrapassado, a pergunta será passada para a equipe seguinte, sendo atribuído agora 90% do seu valor inicial, tendo a segunda equipe um minuto e meio para resolver e caso, assim como a primeira equipe, erre a resposta, a oportunidade de responder será repassada para a equipe seguinte, havendo agora um tempo de um minuto e concorrendo a 80% do valor inicial se responder à questão.

Dessa forma, se caso a última equipe for acionada para responder à questão através dessa regra, ela terá direito de obter 70% do valor inicial do item, caso responda corretamente, durante os 30 segundos permitidos a ela perante as regras. Se nenhuma das equipes consiga obter a resposta correta, a questão será descartada. A equipe vencedora será aquela que obtiver, ao final das três fases, a maior quantidade de pontos.

6.2 PRATICANDO O JOGO ONDA SECRETA

Após encontrar o jogo do site do *Scratch*, o usuário irá ter acesso a tela inicial do jogo, conforme a Figura 13. Para dar início ao jogo, é necessário clicar na bandeira verde, caso queira parar em algum momento, é necessário que o octógono vermelho seja clicado. Ao tocar novamente na bandeira verde, o usuário será levado a tela inicial do jogo.

Figura 13 – Tela inicial do jogo Onda Secreta



Fonte: Dados do autor.

Como é visualizado na Figura 13, a tela inicial é composta de 3 botões, sendo eles:

- **INICIAR:** permite ao usuário iniciar o jogo;
- **MENU:** envia o usuário para as telas O JOGO, OBJETIVOS e COMANDOS;
- **CRÉDITOS:** apresenta ao usuário algumas informações básicas sobre o projeto que originou o jogo Onda Secreta e seu autor.

Conforme é apresentado na Figura 14, a tela “menu” permite que o usuário tenha acesso as telas “o jogo”, “objetivos” e “comandos”. As telas apresentam informações básicas sobre o jogo, indicando seu objetivo, como deve ser aplicado, além de algumas de suas características, e os comandos necessários para a utilização do mesmo.

Figura 14 – Telas do Menu do jogo Onda Secreta.



Fonte: Dados do autor.

Ao iniciar o jogo, o usuário irá passar pela tela de saudação, que é apresentada pelo personagem Frank. O usuário é obrigado a passar por essa tela, sendo permitido o acesso a fase Bronze, quando a seta verde surge na tela. Caso queira voltar para a tela inicial, basta clicar na seta vermelha, conforme é apresentado na Figura 15.

Figura 15 – Tela de saudação.



Fonte: Dados do autor.

A fase Bronze, apresentada na Figura 16, contém as cartas com os seguintes grandes pensadores, físicos e/ou filósofos naturais: Newton, Galileu, Arquimedes, Hertz, Doppler, Copérnico, Pitágoras, Celsius. Ao clicar no botão “voltar”, o usuário retorna a tela inicial, ao clicar no botão “avançar” o usuário será enviado para a fase Prata. Nesta fase, as situações-

problema expostas, apresentam os conceitos da Ondulatória de forma mais elementar. Inicialmente, cada pergunta vale 10 pontos, conforme Quadro 01.

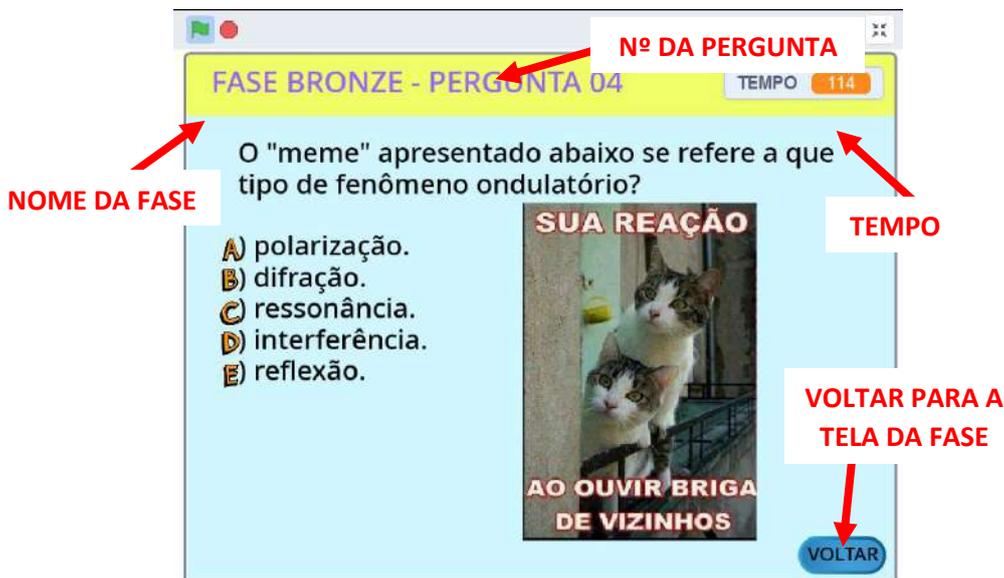
Figura 16 – Tela da Fase Bronze.



Fonte: Dados do autor.

A Figura 17 apresenta um exemplo de uma situação-problema utilizada no jogo Onda Secreta, assim como a estrutura utilizadas nos itens relativos a cada carta, contanto o nome da respectiva fase, a numeração da carta, o tempo, medidos em segundos e o botão que permite que o usuário volte para a tela da fase a que a pergunta se refere.

Figura 17 – Exemplo de situação-problema da Fase Bronze.



Fonte: Dados do autor.

A fase Bronze, apresentada na Figura 18, contém as cartas com os seguintes grandes pensadores, físicos e/ou filósofos naturais: Marie Curie, Bohr, Faraday, Maxwell, Kelvin, Pascal, Torricelli, Joule. Na tela da fase Prata, o botão “voltar” possibilita retornar a fase Bronze e o botão “avançar” dirige o usuário para a fase Ouro. Inicialmente, cada pergunta vale 20 pontos, conforme Quadro 1.

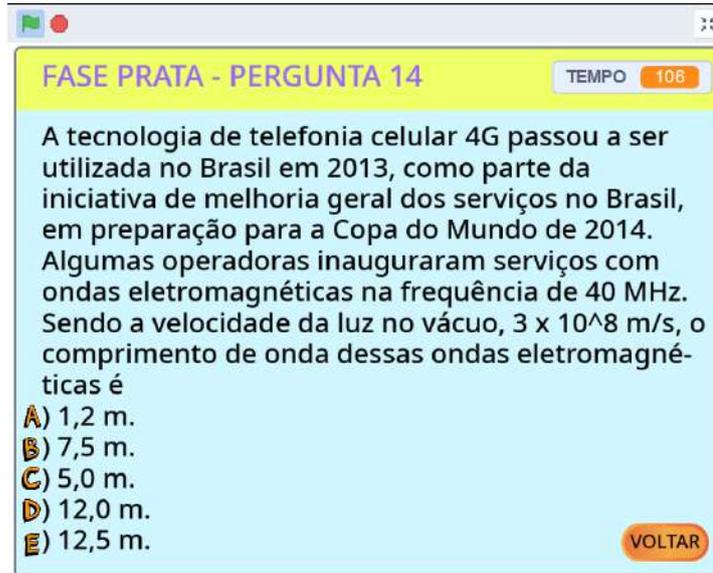
Figura 18 – Tela da Fase Prata.



Fonte: Dados do autor.

Na fase Prata, as situações-problema expostas, apresentam os conceitos da Ondulatória de forma mais elaborada que a fase anterior, exigindo um pouco mais das equipes participantes, conforme a Figura 19.

Figura 19 – Exemplo de situação-problema da Fase Prata.



Fonte: Dados do autor.

A fase Ouro, apresentada na Figura 20, contém apenas quatro cartas com os seguintes físicos: Einstein, Cesar Lattes, Stephen Hawking, Feynman. Na tela da fase Ouro, o botão “voltar” possibilita retornar a fase Prata e o botão “avançar” dirige o usuário para a tela final do jogo. Inicialmente, cada pergunta vale 40 pontos, conforme Quadro 2, na página 35.

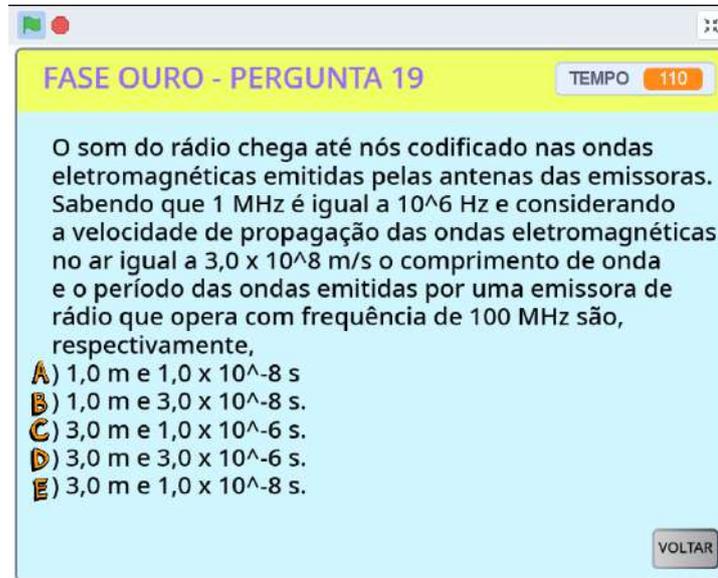
Figura 20 – Tela da Fase Ouro.



Fonte: Dados do autor.

Na fase Ouro, as situações-problema expostas, apresentam os conceitos da Ondulatória trabalhados de forma mais elaborada que a fase Prata, exigindo um pouco mais das equipes participantes, conforme a Figura 21.

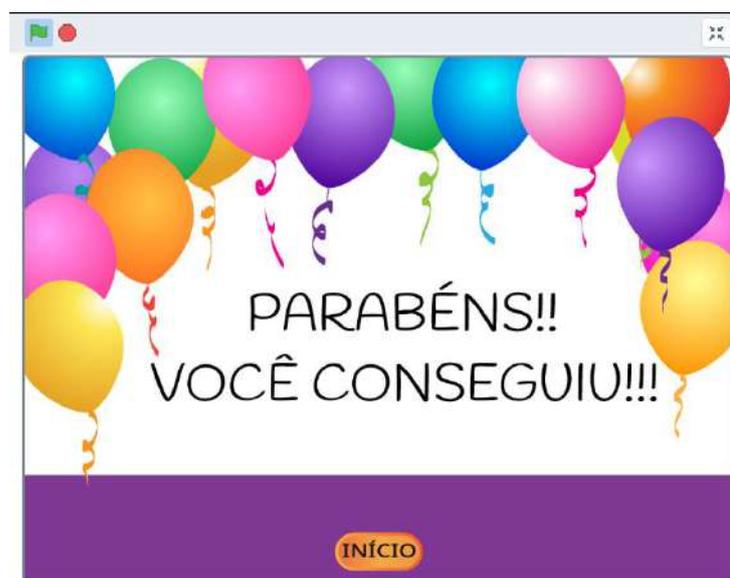
Figura 21 – Exemplo de situação-problema da Fase Ouro.



Fonte: Dados do autor.

Após todas as fases serem realizadas, o jogo disponibiliza tela final, conforme a Figura 22, onde a equipe vencedora é parabenizada.

Figura 22 – Tela final do jogo Onda Secreta.



Fonte: Dados do autor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O jogo Onda Secreta foi aplicado com o auxílio de uma Sequência Didática, e esta serve apenas como um referencial, podendo ser alterada ou flexibilizada, já que conforme Gasparin (2007), não se pode ditar os procedimentos que o professor irá realizar de sala de aula, uma vez que existem diversos modos para a realização das atividades sem burlar o método assumido.

Sobre o *Scratch*, linguagem de programação gráfica que permite seu manuseio a qualquer profissional da educação, mesmo sem um conhecimento sobre a área, já que permite a produção de inúmeros projetos, tendo os jogos apenas uma de suas inúmeras facetas. Uma de suas qualidades é o fato de não permitir o encaixe de blocos aleatoriamente, diminuindo assim as chances de erros que normalmente ocorrem na produção de programas baseadas em linguagens de programação textual.

Outra característica importante para um jogo produzido no *Scratch*, é que os professores, ou até mesmo os estudantes, poderão “remixar” o jogo, sendo esses um dos grandes trunfos do plataforma, pois se esse jogo tem como objetivo mediar conceitos da Ondulatória, outro professor, se assim desejar, pode a partir deste, elaborar outro jogo tendo como foco outra área de estudo que lhe for de interesse ou apenas substituir as questões por outras que acreditar ser necessário e sem muitas dificuldades devida a interface gráfica, com seus blocos de comando com diferentes cores e formatos, de forma simples e intuitiva.

Quanto ao processo de produção do produto educacional, torna-se necessário realizar algumas observações, enquanto usuário do *Scratch*. Apesar de disponibilizar algumas fontes, o mesmo tem limitações no que se refere a outros tipos de formatação textuais básicas, não permitindo, por exemplo, a utilização de textos em negrito, da mesma forma, a utilização de expoentes matemáticos, o que pode prejudicar um pouco a produção de enunciados de algumas situações-problema que necessitem a exposição de potência matemáticas, dentre outros, o que não inviabiliza a sua utilização por docentes dessas áreas.

A *gamificação*, portanto, pode introduzir uma motivação com uma característica extrínseca se trabalhada adequadamente. Pode produzir uma motivação intrínseca, gerando interesse nos estudantes e modificando suas atitudes, a exemplo das cartas utilizadas durante as fases tem como base um jogo de grande apelo aos estudantes, utilizando grandes pensadores, físicos e/ou filósofos naturais para criar mais um mecanismo motivador.

O jogo permite a interação social entre os estudantes, onde percebe-se a ligação com a concepção histórico-cultural de ensino-aprendizagem, em conjunto com o processo de transmissão e construção do conhecimento dos mesmos, ao colaborar com a equipe e suas

decisões, formando suas funções psicológicas superiores e a tomada de consciência coletiva, o que acarreta em uma aprendizagem subjetiva.

Ao situações-problema trabalhadas no produto educacional buscam os temas trabalhados durante as aulas, levando em consideração o cotidiano do estudante, permitindo algum grau de interesse maior, incentivando a sua aprendizagem através da formação de significados, já que quando o conhecimento que se tem do cotidiano é levado ao científico, mutuamente o científico vai ao cotidiano do estudante, sendo esse processo dialético, uma engrenagem que constrói, enquanto reconstrói o conhecimento, permitindo assim o desenvolvimento dos estudantes (GASPARIN, 2007).

Esses mecanismos têm como foco a formação do pensamento teórico-científico, alinhado ao desenvolvimento cognitivo, através da internalização de novos conceitos e da ressignificação de conceitos antigos. Dessa forma, em meio a uma sociedade que é voltada para a aquisição de conceitos recorrentemente desnecessários devido a oferta exacerbada, é possível ainda mediar a aprendizagem com as inúmeras ferramentas que surgem, aliadas a NTIC e a TDIC, se bem trabalhadas, a exemplo da *gamificação*, o docente estará levando em consideração novas formas de motivar os estudantes a descobrir o interesse pela ciência.

Isto posto, tomando como base o objetivo geral a que se propõe o jogo Onda Secreta, é possível que o mesmo seja alcançado pelo docente que vá aplicá-lo em sala de aula, proporcionando a mediação e geração de significado de conceitos da Ondulatória no Ensino Médio. Nesse entendimento, pode ser considerado como mais uma possibilidade a ser utilizada pelos docentes de Física ou de outras áreas, conforme a necessidade, que desejam utilizar o jogo Onda Secreta, ou que se interesse a produzir um novo produto educacional através dos recursos de remixagem disponibilizados pelo *Scratch*. É importante esclarecer que esse produto educacional não se propõe a acabar com todos os problemas do ensino de Física ligados ao estudo da Ondulatória, tão pouco de qualquer outro tema de estudo, tomando como partida a infinidade de realidades existentes, sendo essas observações necessárias, já que não existe uma ferramenta perfeita e que vá solucionar todos os problemas em uma sala de aula.

REFERÊNCIAS

- ANDREETTI, T. C.; EGIDO, S. V.; SANTOS, L. M. dos. *A gamificação no âmbito da Educação Matemática*. In: COLÓQUIO LUSO-BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO, III., 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UDESC, 2017. Disponível em: <http://www.revistas.udesc.br/index.php/colbeduca/article/view/10554>. Acesso em: 21 out. 2019.
- ANJOS, J. R. dos; FREITAS, S. dos A.; ANDRADE NETO, A. S. de. Utilização do software *Scratch* para a aprendizagem de lançamentos de projéteis e conceito de gravidade no ensino fundamental. **ACTIO**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 128-144, jul./dez. 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/5004>. Acesso em: 29 dez. 2019.
- ARANHA, M. L. de A. **História da Educação e da Pedagogia: Geral e Brasil**. São Paulo. Editora Moderna. 2006
- BEHRENS, Marilda Aparecida. **O paradigma emergente e a prática pedagógica**. Petrópolis, RJ: 4. Ed. Vozes, 2010.
- BERNARDES, M. E. M. Mediações simbólicas na atividade pedagógica: **contribuições da Teoria Histórico-Cultural para o Ensino e a Aprendizagem**. Curitiba, PR: CRV, 2012.
- BITTENCOURT, P. A. S.; GRASSI, N. B.; VALENTE, V. C. P. N. *Gamification* no ensino superior brasileiro: uma discussão sobre a viabilidade das estratégias de jogos na graduação. **Revista Tecnologias na Educação**, Ano 10, Número/Vol.25, jul. 2018. Disponível em: <http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2018/07/Art38-vol.25-Junho-2018.pdf>. Acesso em: 20 out. 2019.
- BRASIL. Lei 9.394/96 – Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**. Presidência da República, Congresso Nacional. Brasília. 20 de dezembro de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 02 jul. 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Portaria nº 013, de 15 de fevereiro de 2006**. Institui a divulgação digital das teses e dissertações produzidas pelos programas de doutorado e mestrado reconhecidos. Disponível em: https://abmes.org.br/arquivos/legislacoes/Port_CAPES_13_20060215.pdf. Acesso em: 22 jan. 2020.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, Conhecimento de Física**. Brasília: MEC, 1999.
- BRASIL. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)** - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: SEMTEC, 2002.
- CARVALHO, A. M. P. de; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências: tendência e inovações**. 10 ed. São Paulo: Cortez, 2011. 127 p.

DURÃO, L.; BLEY, D. H. P.; ARAÚJO, R. A *gamificação* como estratégia didática: um relato de experiência no ensino superior. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 12., 2015, Curitiba. **Anais...** Curitiba: PUCPR, 2015. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/17883_8663.pdf. Acesso em: 20 dez. 2019.

ELIAS, A. P. de A. J.; MOTTA, M. S.; KALINKE, M. A. Construção de Objetos de Aprendizagem para a Educação Básica por meio de um curso sobre o *Scratch* para estudantes de licenciaturas. **RENOTE - Novas Tecnologias na Educação**. V. 16 N° 2, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.89258>. Acesso em: 30 dez. 2019.

FARDO, L. M. A *gamificação* aplicada em ambiente de aprendizagens. **Renote – Revista Novas Tecnologias na Educação**. Vol. 11, N. 1, 2013. Porto Alegre. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/41629>. Acesso em: 19 out. 2019.

FARIAS, C. M. L.; CARVALHO, R. B. de. Ensino Superior: a geração Y e os processos de aprendizagem. *Revista Espaço Acadêmico*, N. 179. 2016. Disponível em: <http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/viewFile/28532/16371>. Acesso em: 03 ago. 2019.

FERNANDES, J. C. L; SOUZA, M. A. F. de; DENIS, E. A utilização do *Scratch* como ferramenta de apoio no ensino da disciplina de Física. **Revista EDaPECI**. São Cristóvão (SE), v. 17, n. 2, p. 119-130. mai./ago. 2017. Disponível em: <https://seer.ufs.br/index.php/edapeci/article/view/5618/pdf>. Acesso em: 05 jan, 2020.

FERNANDES, S. G. P. Algumas considerações sobre o ensino de Física no Brasil e seus reflexos na formação de professores. **Mimesis**, Bauru, v. 18, n. 1, p. 53-63, 1997. Disponível em: https://www.academia.edu/30233774/Algumas_considera%C3%A7%C3%B5es_sobre_o_ensino_de_F%C3%ADsica_no_Brasil_e_seus_reflexos_na_forma%C3%A7%C3%A3o_de_professores. Acesso em: 01 jul. 2019.

FREIRE, P. **Educação e mudança**. 12. ed. Paz e Terra. Rio de Janeiro, 1979.

GASPARIN, J. L. A construção dos conceitos científicos em sala de aula (no prelo). In: Nádia Lúcia Nardi. (Org.). **Educação: visão crítica e perspectivas de mudança**. 1ed. Concórdia - SC: EDUNC - Editora da Universidade do Contestado -SC, 2007, v. 1, p. 1-25. Disponível em: <http://ead.bauru.sp.gov.br/efront/www/content/lessons/41/A%20constru%C3%A7%C3%A3o%20dos%20conceitos%20cient%C3%ADficos%20em%20sala%20de%20aula.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2020.

HUIZINGA, Johan. **Homo ludens: Versuch einer bestimmung des spielelements der kultur**. 1938. Publicado originalmente em 1944. Tradução para língua portuguesa: *Homo Ludens: O Jogo Como Elemento da Cultura*. São Paulo, SP. Perspectiva, 2000.

JORDÃO, M. H. **A mudança de comportamento das gerações X, Y, Z e Alfa e suas implicações**. USP. São Carlos, São Paulo. 2016. Disponível em: <http://www.gradadm.ifsc.usp.br/dados/20162/SLC0631-1/geracoes%20xyz.pdf>. Acesso em 03 ago. 2019.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**. Vol.14 no.1. São Paulo Jan./Mar. p. 85-93. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/spp/v14n1/9805.pdf>. Acesso em: 27 maio 2019.

MARJI, M. **Aprenda a programar com Scratch: uma introdução visual à programação com jogos, arte, ciência e matemática**. Novatec. São Paulo, SP. 2014.

MASTROCOLA, V. M. **Ludificador**: um guia de referências para o game designer brasileiro. São Paulo: Independente, 2012. Disponível em: www.ludificador.com.br. Acesso em: 23 dez. 2019.

MENDONÇA NETO, V. dos S. A utilização da ferramenta *Scratch* como auxílio na aprendizagem de lógica de programação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, II., 2013, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.wcbie.2013.%25p>. Acesso em: 15 fev. 2020.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky**: aprendizagem e desenvolvimento: um processo sócio-histórico. 5ª ed. São Paulo: Scipione. 2010.

QUEIROZ, R. L.; SAMPAIO, F. F. **DuinoBlocks for Kids**: um ambiente de programação em blocos para o ensino de conceitos básicos de programação a crianças do Ensino Fundamental I por meio da Robótica Educacional. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 36., Porto Alegre. 2016. Disponível em: <http://editora.pucrs.br/anais/csbc/assets/2016/wei/10.pdf>. Acesso em: 30 dez. 2019.

RAMOS, V.; MARQUES, J. Dos jogos educativos à *gamificação*. **Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación**. Vol. Extr., No. 01. 2017

RODRIGUEZ, C. L.; ZEM-LOPES, A. M.; MARQUES, L; ISOTANI, S. Pensamento Computacional: transformando ideias em jogos digitais usando o *Scratch*. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 21., 2015, Alagoas. **Anais...** Alagoas. 2015. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/4992>. Acesso em: 30 dez. 2019.

SANTOS, L; MOTTA, N. Certas Coisas. In: VAGALUME. [S. l.], c1996. Disponível em: <https://www.vagalume.com.br/lulu-santos/certas-coisas.html>. Acesso em: 11 jun. 2019

SCAICO, P. D. et al. Programação no Ensino Médio: Uma Abordagem de Ensino Orientado ao Design com *Scratch*. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 28. 2012, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro. 2012. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/2112>. Acesso em: 30 dez. 2019.

SCRATCH. **About Scratch** (*Scratch* Documentation Site). Disponível em: http://info.scratch.mit.edu/About_Scratch. Acesso em: 28 dez. 2019.

SILVA, B. V. da C. História e Filosofia da Ciência como subsídio para elaborar estratégias didáticas em sala de aula: um relato de experiência em sala de aula. **Revista Ciências & Ideias**. Vol 3, N. 2. 2011. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/article/viewFile/78/139>. Acesso em: 31 jul. 2019.

SILVA, J. B. da; SALES, G. L.; CASTRO, J. B. de; Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Vol. 41, nº 4. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0309>. Acesso em: 26 dez. 2019.

SILVA, J. P. P. da. **Gamificação em aplicações móveis para atividades turísticas baseadas em geolocalização**. 2014. 122 f. Instituto de Ciências Sociais. Universidade do Minho. Braga, Portugal. 2014. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/34236>. Acesso em: 24 dez. 2019.

SOUZA, R. da S. A Física no dia a dia: materialização da interdisciplinaridade no ensino médio. **Compartilhando Saberes**. Dez – Jul p. 76-91, 2016. Disponível em: <http://www.sec.pb.gov.br/revista/index.php/compartilhandosaberes/article/view/65>. Acesso em: 19 jul. 2019.

TOLEDO, P. B. F.; ALBUQUERQUE, R. A. F.; MAGALHÃES, A. R. de. O comportamento da geração z e a influência nas atitudes dos professores. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA. 9, 2012, Resende. **Anais...** Resende, 2012. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/38516548.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2019.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

APÊNDICE A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Escola: Centro Estadual de Tempo Integral Didácio Silva			
Professor/Mestrando: Lucianno Cabral Rios			
Disciplina: Física	Série/Turma: ***	Período/Duração: 05-08-2019 a 22-08-2019	Carga horária: 9 horas-aula
Unidade didática: Ondulatória			
Objetivos específicos: <ul style="list-style-type: none"> • Identificar as compreensões/significados sobre Ondulatória produzidos pelos estudantes; • Aprofundar o estudo sobre ondas a partir das compreensões/significados iniciais produzidos pelos estudantes; • Explicar e reconhecer as características de uma onda; • Apresentar e explicar as partes de uma onda; • Reconhecer Período e Frequência de uma determinada onda; • Apropriar-se da Equação Fundamental da Ondulatória a partir da contextualização e desenvolvimento de situações-problema; • Apresentar e explicar os tipos de onda; • Caracterizar as principais ondas que formam o Espectro Eletromagnético; • Observar os fenômenos da Ondulatória: reflexão, refração, difração, interferência e polarização, a partir do uso de simuladores/objetos de aprendizagem; • Propor o jogo “Ondas Secretas” como possibilidade de mediar a aprendizagem do conceito Ondulatória a partir de situações-problema. 			
Conteúdos: Introdução sobre o estudo de Ondas; Partes de uma onda; Período e frequência; Equação Fundamental da Ondulatória; Classificação de uma onda quanto à direção de propagação: Ondas unidimensionais, bidimensionais e tridimensionais; A natureza da onda; Espectro eletromagnético; Fenômenos ondulatórios: Reflexão; Refração; Difração, Interferência, Polarização.			
Desenvolvimento metodológico: <ul style="list-style-type: none"> • Primeiro encontro (1 hora-aula): A aula será iniciada solicitando aos estudantes que ouçam com atenção a música: “CERTAS COISAS”, de autoria de Lulu Santos (disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=XFa73hlzR-4. Acesso em: 15 jun. 			

2019). Após esse momento, através de uma roda de conversa, serão levantados questionamentos sobre Ondulatória, a fim de identificar as compreensões/significados iniciais produzidos pelos estudantes acerca dessa temática. Os resultados deverão ser socializados no coletivo e, em seguida, registrados no quadro branco pelo professor. Feito isso, o professor deverá criar condições para que os estudantes possam iniciar o processo de ressignificação de suas compreensões/significados sobre a Ondulatória. Assim, primeiramente, deverá abrir discussão (no coletivo) sobre cada um desses significados. Em seguida, abrir um espaço para aprofundar essa discussão teórica sobre o tema considerado, com destaque nos conceitos: onda, pulso de onda e meio material, tendo como recurso auxiliar o livro didático. A aula, portanto, será finalizada com uma atividade de grupo, em que será realizada uma discussão complementar sobre a relação entre os conceitos: onda, energia e matéria. Por último, propor a retomada da discussão teórica em foco (entre os grupos), dessa vez com todos alunos e o professor e a proposição de situações-problema para serem trabalhadas em casa ou no horário de estudo, caso a escola seja de tempo integral;

- **Segundo encontro** (2 horas-aula): A aula será iniciada com a apresentação das estratégias metodológicas, no quadro branco, empregadas pelos estudantes na resolução das situações-problema propostas anteriormente; Feito isso, será apresentado o formato de uma onda no quadro branco através de desenhos com pincéis e detalhamento explicativo de cada parte que constitui uma onda. Em seguida, serão abordados os conceitos Período e Frequência de uma onda, dando destaque, inicialmente, às compreensões sobre essas duas grandezas na ótica dos alunos. Para tanto, o professor deverá ilustrar, a título de exemplos, situações do cotidiano, em que é possível observarmos a periodicidade e frequência no fenômeno considerado, como o movimento do ponteiro de um relógio analógico e o movimento de rotação e/ou translação da Terra. Após isso, o professor deverá empregar os recursos auxiliares: pincéis, quadro branco, apagador e caderno de anotações, de forma que os estudantes registrem o período e a frequência de uma onda dada, considerando as ilustrações anteriormente elencadas. Desse modo, através do simulador *PhET* (disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_pt_BR.html. Acesso em: 15-06-2019) será apresentada uma visão complementar sobre o comportamento de uma onda. No segundo momento da aula, deverá ser apresentada a Equação Fundamental da Ondulatória a partir da contextualização e desenvolvimento de situações-problema. Assim, com a mediação do simulador *PhET*, serão

apresentados exemplos de ondas e a identificação de algumas de suas grandezas, a exemplo do Período, da Frequência, da Velocidade e do Comprimento de onda. Como fechamento desse encontro, os estudantes deverão fazer apresentação de exemplos e situações-problemas, envolvendo os conceitos explorados, no quadro branco, bem como a resolução de atividades do livro didático, sugeridas pelo professor;

- **Terceiro encontro** (1 hora-aula): Após uma breve retomada sobre as discussões do conceito Ondulatória, essa Unidade Didática deverá ser iniciada com a mediação de “*gifs*” para problematizarmos o entendimento sobre a classificação de uma onda quanto à direção de propagação. Em seguida, apresentar os tipos de ondas, conforme a quantidade de dimensões em que ocorre a propagação, ilustrando com situações-problema. Com a exibição de trechos, com duração de 3 a 5 minutos, dos filmes: “Guardiões da Galáxia” (disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sCVWm20fU0A>. Acesso em: 15 jun. 2019) e “2001 – Uma odisseia no espaço” (disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8WKxaZtfwFk>. Acesso em 15 jun. 2019.), os estudantes serão instigados a determinar qual desses trechos apresenta uma visão equivocada/distorcida acerca dos fenômenos reais que ocorrem no Universo. Posteriormente, serão abordados os conceitos das ondas em relação à sua natureza. Ao final da aula, propomos que sejam definidas atividades complementares do livro texto (a critério do professor e/ou do livro texto adotado) para a resolução das mesmas na residência do estudante ou no horário de estudo;

- **Quarto encontro** (2 horas-aula): No primeiro momento, ocorrerá a resolução das situações-problema do encontro anterior, com destaque na apresentação das estratégias metodológicas empregadas pelos estudantes. No segundo momento, com a mediação do livro texto e do artigo “Os olhos não veem, a pele detecta”, que trata das aplicações teórico-práticas das radiações na faixa do infravermelho, os estudantes, em grupos de 04 participantes cada, deverão apresentar pelo menos mais três aplicações teórico-práticas diferentes das discutidas no artigo trabalhado. Por sua vez, no terceiro momento, com a mediação do simulador *PhET* (disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_pt_BR.html. Acesso em: 15 jun. 2019) “Desvio da Luz”, *a priori*, apresentar a Reflexão de uma onda e suas respectivas características, bem como situações-problema envolvendo esse conceito. É chegado, portanto, o momento de se trabalhar a Refração de uma onda. Tal conceito deverá ser abordado através da mediação do simulador referendado acima, destacando as

suas respectivas características. Recomendamos que para essa atividade sejam utilizados, dentre outros, os instrumentos: laser, copo de vidro transparente com água e espelho plano, a fim de complementar as simulações destacadas via *PhET*. Por último, explorar outras situações-problema a título de complementação, elaboradas pelo professor e/ou pelos estudantes, ou ainda retiradas do livro texto;

- **Quinto encontro** (1 hora-aula): Inicialmente será realizada uma breve retomada sobre os fenômenos Reflexão e Refração, abordados na aula anterior, em que deverão apresentadas e discutidas outras situações-problema, a fim de esclarecer possíveis dúvidas. No segundo momento, serão apresentados os conceitos: Difração, Interferência e Polarização. Para isso, o professor deverá contar com o auxílio dos recursos: livro didático, simulador *PhET* e slides com *gifs* animados (caso o professor queira adotar). No terceiro momento, ainda com o auxílio do Datashow, outras situações do cotidiano deverão ser expostas. A partir das imagens, os estudantes serão indagados em qual (ou quais) dos fenômenos a situação representa. Feito isso, a aula será concluída com apresentação e desenvolvimento de situações-problema;

- **Sexto encontro** (2 horas-aula): Nesse encontro o professor deverá aplicar em sala de aula (ou em outro espaço da escola na qual desejar) o jogo “Onda Secreta”, em que será produzido através da linguagem de programação gráfica *Scratch*. Para tanto, como primeira ação, haverá uma breve explicação sobre o *Scratch*, dando destaque às suas potencialidades, sobretudo, no ensino da Física e, como segunda ação, o jogo será socializado, sendo destacado os seus objetivos e comandos necessários à sua utilização. Para que essas ações sejam efetivadas, o professor deverá dividir a turma de alunos em 04 (quatro) grupos/equipe, as quais serão nominadas com fenômenos ondulatórios, a exemplo de: Equipe Difração; Equipe Reflexão; Equipe Refração e Equipe Polarização. Feito isso, deverá ser iniciado o jogo, no entanto, vale lembrar que durante toda a dinâmica do jogo cabe ao professor fazer a mediação, levantando possíveis problematizações.

Recursos Didáticos:

Livro didático; pincel; apagador; quadro branco; Smartphone; música “Certas Coisas” de autoria de Lulu Santos; relógio analógico; Datashow; notebook; Microsoft PowerPoint (qualquer outro programa que realize a exibição de apresentações gráficas pode ser utilizado) Simulador *PhET*; trailer dos filmes “Guerra nas Estrelas: episódio IV” e “2001 – Uma odisseia no espaço”; laser; copo de vidro transparente com água; espelho plano; *Scratch*; o jogo “Onda Secreta”; caixa de som.

Avaliação:

Na avaliação serão considerados tanto os aspectos qualitativos quanto os quantitativos. Especificamente sobre os aspectos qualitativos deverão ser empregados os instrumentos: observações acerca da participação; interação; disciplina e assiduidade dos alunos no desenvolvimento das atividades propostas na Sequência Didática. E no que tange aos aspectos quantitativos, propomos que sejam utilizados os instrumentos: o próprio jogo “Onda Secreta”; uma produção textual sobre Ondas enquanto ferramentas presentes no cotidiano do homem contemporâneo e suas implicações para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes; uma avaliação escrita sobre compreensões/significados produzidos durante aplicação do jogo, auxiliado por essa Sequência Didática.

Referências:

ANJOS, J. R. dos; FREITAS, S. dos A.; ANDRADE NETO, A. S. de. Utilização do software *Scratch* para a aprendizagem de lançamentos de projéteis e conceito de gravidade no ensino fundamental. **ACTIO**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 128-144, jul./dez. 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/5004>. Acesso em: 02 jun. 2019.

ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STURDAT; N. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. **Física na Escola**. Vol. 11, n. 1. 2010. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol11-Num1/a081.pdf>. Acesso em: 05 jun 2019.

FERRARO, N. G.; RAMALHO JÚNIOR, F.; SOARES, P. A. de T. **Os fundamentos da Física**. 11. ed. São Paulo: Moderna, 2015.

PHET INTERACTIVE SIMULATIONS. Simulações interativas em Ciência e Matemática. Universidade do Colorado. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/. Acesso em: 15 jun. 2019.

OSVALDO, G.; PIQUEIRA, J. R.; CARRON, W. **Física**. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016.

TORRES, C. M. A; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. de T.; PENTEADO, P. C. M. **Física: ciência e tecnologia**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2016.

Observações:

- Embora o simulador *PhET* seja também nominado de Interferência de Ondas, em uma de suas abas há uma simulação de ondas simples;
- O texto “Os olhos não veem, a pele detecta” é apenas uma sugestão, pois quaisquer outros textos (charge, gravura, ...) que possam ser adaptados, fica a critério do professor;

- O *Scratch* é gratuito e pode ser acessado através da internet ou pode ser instalado no notebook/desktop através de download.
- Não é necessário realizar *login* para a utilização de qualquer um das animações e/ou jogos produzidos no *Scratch*, mas para realizar qualquer alteração, e *remixar* o usuário deve ter o cadastro realizado na plataforma.
- Os filmes “Guerra nas Estrelas” e “Guardiões do Espaço” são apenas sugestões. Qualquer outro filme que apresente situações de ondas sonoras sendo propagadas no espaço pode ser utilizado.

ANEXO A – LETRA DA MÚSICA “CERTAS COISAS”**Música:** Certas Coisas**Artista:** Lulu Santos**Compositores:** Lulu Santos / Nelson Motta

Não existiria som
Se não houvesse o silêncio
Não haveria luz
Se não fosse a escuridão
A vida é mesmo assim,
Dia e noite, não e sim...

Cada voz que canta o amor não diz
Tudo o que quer dizer,
Tudo o que cala fala
Mais alto ao coração.
Silenciosamente eu te falo com paixão...

Eu te amo calado,
Como quem ouve uma sinfonia
De silêncios e de luz.
Nós somos medo e desejo,
Somos feitos de silêncio e sons,
Tem certas coisas que eu não sei dizer...

A vida é mesmo assim,
Dia e noite, não e sim...

Eu te amo calado,
Como quem ouve uma sinfonia
De silêncios e de luz,
Nós somos medo e desejo,
Somos feitos de silêncio e sons,

Tem certas coisas que eu não sei dizer...

E digo...

REFERÊNCIA

SANTOS, L; MOTTA, N. **Certas Coisas**. In: VAGALUME. [S. l.], c1996. Disponível em: <https://www.vagalume.com.br/lulu-santos/certas-coisas.html>. Acesso em: 11 jun. 2019