



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA

**JÉSSICA PRISCILLA MARTINS E SILVA**

**Trabalho de projetos com o jogo digital no ensino de  
ondulatória: uma perspectiva dos estudantes como  
coautores.**

Uberlândia  
2018

**JÉSSICA PRISCILLA MARTINS E SILVA**

**Trabalho de projetos com o jogo digital no ensino de  
ondulatória: uma perspectiva dos estudantes como  
coautores.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Linha de Pesquisa: Ensino e Aprendizagem em Ciências e Matemática

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Kojy Takahashi

Uberlândia  
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

S586t  
2018 Silva, Jéssica Priscilla Martins e, 1991-  
Trabalho de projetos com o jogo digital no ensino de ondulatória :  
um perspectiva dos estudantes como coautores / Jéssica Priscilla Martins  
e Silva. - 2018.  
200 f. : il.

Orientador: Eduardo Kojy Takahashi.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de  
Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e  
Matemática.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.540>

Inclui bibliografia.

1. Ciência - Estudo e ensino - Teses. 2. Jogos no ensino de ciências -  
Teses. 3. Jogos eletrônicos - Teses. 4. Jogos no ensino de física - Teses.  
I. Takahashi, Eduardo Kojy. II. Universidade Federal de Uberlândia.  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III.  
Título.

---

CDU: 50:37

**TRABALHO DE PROJETOS COM O JOGO DIGITAL NO ENSINO DE  
ONDULATÓRIA: UM PERSPECTIVA DOS ESTUDANTES COMO COAUTORES.**

Dissertação defendida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do Grau de Mestre, aprovada em 8 de fevereiro de 2018, pela Banca Examinadora constituída pelos seguintes professores:

Uberlândia, 8 de fevereiro de 2018

Prof. Dr. Eduardo Kojy Takahashi  
Universidade Federal de Uberlândia – UFU

Prof. Dr. Adevailton Bernardo dos Santos  
Universidade Federal de Uberlândia – UFU

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tatiana da Silva  
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador Professor Dr. Eduardo Kojy Takahashi, por todo auxílio e empenho que enriqueceram a realização do meu trabalho.

Aos meus pais e minha irmã pelo incentivo.

Ao meu namorado Ciro, pelo companheirismo durante todo esse percurso.

Aos colegas do Nutec, por todas discussões que enriqueceram esse trabalho e minha vida profissional. Além da significativa contribuição na construção do Jogo Zum.

Aos alunos e à escola que participaram da aplicação do projeto.

## RESUMO

A pesquisa objetivou verificar como uma sequência didática, em que os estudantes são estimulados a se envolver no desenvolvimento de um jogo digital, pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de Ondas. O trabalho apresenta, como produto educacional, dois CD's, um com a sequência didática que utiliza a estratégia da criação colaborativa de um roteiro de jogo digital por estudantes do ensino médio sobre o tema objeto de aprendizagem e outro com o jogo Zum para download nas versões Windows e Android. Os jogos digitais têm sido utilizados como ferramenta para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, já que estes demonstram ser um recurso mais atrativo para os estudantes, colocando-os como agentes ativos no processo de aprender. A sequência didática proposta e utilizada em dois momentos distintos, para turmas do 2º ano do Ensino Médio de uma escola privada do município de Monte Carmelo-MG, teve por base o conceito de Instrução pelos Colegas e cujo enfoque é explorar a relação dialógica aluno-aluno e aluno-professor. A pesquisa também adotou uma metodologia complementar à citada anteriormente, denominada de Ensino sob Medida, que utiliza, como referência para o planejamento das aulas, as respostas às atividades elaboradas sobre o assunto objeto da aprendizagem e desenvolvidas pelo estudante fora do ambiente escolar, em momentos anteriores à abordagem daquele assunto. A estratégia de aprendizagem baseada em projetos, foi utilizada na construção do roteiro do jogo digital. As análises indicam compreensão dos conceitos abordados, além de mudanças de comportamentos de alguns estudantes durante o processo, bem como algumas diferenças de postura em relação às turmas. Também foram apresentados alguns aspectos que podem ser melhorados em próximas aplicações da sequência didática.

**Palavras-chave:** Jogos Digitais; Metodologias Ativas; Ondas.

## **ABSTRACT**

The research aimed to verify how a didactic sequence, in which students are stimulated to become involved in the development of a digital game, can contribute to the teaching and learning process of Waves. The work presents as an educational product two CD's, one with the didactic sequence that uses the strategy of the collaborative creation of a digital game script by high school students on the subject of learning object and another with the Zum game to download in the versions Windows and Android. Digital games have been used as a tool to aid in the teaching and learning process, since they prove to be a more attractive resource for students, placing them as active agents in the learning process. The didactic sequence proposed and used in two different moments, for classes of the second year of high school in a private school in the municipality of Monte Carmelo-MG, was based on the concept of Instruction by the Colleague and whose focus is to explore the dialogic student relationship - student and student-teacher. The research also adopted a methodology complementary to the one previously mentioned, called Measurement Education, which uses, as a reference for the planning of the classes, the responses to the activities elaborated on the object of learning and developed by the student outside the school environment, in moments previous to that subject. The project learning strategy was used in the construction of the digital game script. The analyzes indicate an understanding of the concepts addressed, as well as changes in the behavior of some students during the process, as well as some differences in posture in relation to the classes. Some aspects that could be improved in future applications of the didactic sequence were also presented.

**Keywords:** Digital Games; Active Methodologies; Waves.

## SUMÁRIO

<i>LISTA DE FIGURAS</i> .....	3
<i>LISTA DE TABELAS</i> .....	4
<i>LISTA DE QUADROS</i> .....	5
1. <i>INTRODUÇÃO</i> .....	6
2. <i>REFERENCIAL TEÓRICO - METODOLÓGICO</i> .....	10
2.1 <i>Jogos digitais no ensino.</i> .....	10
2.2 <i>A Instrução pelos Colegas e o Ensino sob Medida</i> .....	14
2.3 <i>Aprendizagem por Projeto e Aprendizagem Baseada em Projetos</i> .....	16
2.4 <i>Metodologia da Pesquisa</i> .....	21
3. <i>O JOGO DIGITAL ZUM.</i> .....	23
4. <i>O PRODUTO EDUCACIONAL</i> .....	26
5. <i>APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA: RESULTADOS E ANÁLISES</i> .....	28
5.2 <i>Grelhas de Análise.</i> .....	31
5.3 <i>Resultados e Análise da primeira aplicação.</i> .....	31
5.3.1 <i>Resultados e análise - Grelha Conversas WhatsApp.</i> .....	33
5.3.2 <i>Resultados e análise - Grelha Conversas Questionário.</i> .....	35
5.3.3 <i>Resultados e análise – Grelha Roteiros.</i> .....	41
5.3.4 <i>Resultados e análise – Grelha Questionário final.</i> .....	49
5.4 <i>Resultados e Análise da segunda aplicação.</i> .....	52
5.4.1 <i>Resultados e análise - Grelha Vídeo Jogando Jogo ZUM.</i> .....	54
5.4.2 <i>Resultados e análise - Grelha Questionário I.</i> .....	58
5.4.3 <i>Resultados e análise - Grelha Roteiros.</i> .....	61
5.5 <i>Uma síntese sobre as aplicações.</i> .....	74
6. <i>CONSIDERAÇÕES FINAIS</i> .....	78
7. <i>REFERÊNCIAS</i> .....	83

<i>APÊNDICE A – Planejamento das Aulas – Aplicação Da Pesquisa .....</i>	<i>87</i>
<i>APÊNDICE B – Material de estudo e questionário prévio à aula presencial 1 .....</i>	<i>95</i>
<i>APÊNDICE C – Material de estudo e questionário prévia à aula presencial 2....</i>	<i>100</i>
<i>APÊNDICE D – Material de estudo e questionário, prévia a aula presencial 3... </i>	<i>106</i>
<i>APÊNDICE E – Material de estudo e questionário prévia à aula presencial 4 ....</i>	<i>113</i>
<i>APÊNDICE F– Material utilizado nas aulas presenciais.....</i>	<i>120</i>
<i>APÊNDICE G – Apresentação de slides das atividades realizadas em sala - desenvolvimento jogo ZUM.....</i>	<i>140</i>
<i>APÊNDICE H – Questionário final .....</i>	<i>148</i>
<i>APÊNDICE I - Sequência Didática - Produto Educacional.....</i>	<i>149</i>
<i>ANEXO I – Apresentação roteiro estudantes - 1ª Aplicação .....</i>	<i>167</i>
<i>ANEXO II – Apresentação roteiro estudantes - 2ª Aplicação .....</i>	<i>184</i>
<i>ANEXO III – Cartões de resposta .....</i>	<i>194</i>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Visualização dos personagens do jogo digital ZUM.....	24
Figura 2 - Produtos Educacionais.....	26
Figura 3 - Tela de abertura o jogo Zum.....	91
Figura 4 - Apresentação inicial jogo Zum.....	91
Figura 5 - Fase treinamento jogo Zum. ....	91
Figura 1-Imagem inicial do Jogo. ....	153
Figura 2-Visualização dos personagens e cenário do jogo.....	153
Figura 3 - Cartões respostas.....	155
Figura 4 - imagem do início do jogo.....	162
Figura 5 - Imagem treinamento do jogo. ....	162

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de acessos à plataforma Moodle.....	32
Tabela 2 - Número de estudantes que realizaram as atividades. ....	53

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Grelha de análise I – 1ª Aplicação. ....	35
Quadro 2 - Grelha de análise II - 1ª Aplicação. ....	37
Quadro 3 - Grelha de Análise - Apresentação Roteiros - Grupo I .....	43
Quadro 4 - Grelha de Análise - Apresentação Roteiros - Grupo II. ....	44
Quadro 5 - Grelha de Análise - Apresentação Roteiros - Grupo III. ....	46
Quadro 6 - Grelha de Análise - Apresentação Roteiros - Grupo IV. ....	47
Quadro 7 - Grelha de Análise - Apresentação Roteiros - Grupo V. ....	48
Quadro 8 - Grelha de análise III. ....	52
Quadro 9 - Grelha de análise I - 2ª Aplicação. ....	55
Quadro 10 - Grelha de análise II - 2ª Aplicação .....	57
Quadro 11 - Grelha de análise III - 2ª Aplicação. ....	60
Quadro 12 - -Grelha de Análise- Apresentação Roteiros - Grupo I - 2ª Aplicação ....	63
Quadro 13 - Grelha de Análise - Apresentação Roteiros - Grupo II - 2ª Aplicação. ..	65
Quadro 14 - Grelha de Análise - Apresentação Roteiros - Grupo III - 2ª Aplicação. .	69
Quadro 15 - Grelha de análise IV. ....	72

## 1. INTRODUÇÃO

O desinteresse e a dificuldade dos estudantes no conteúdo de Física são uma realidade enfrentada pelos professores desta área. Essas dificuldades aumentam ainda mais dependendo da forma como o professor trabalha o conteúdo em sala de aula. Os professores tendem a trabalhar da mesma maneira como lhes foi ensinado quando cursava o Ensino Médio: conteúdo programático trabalhado de forma rígida, expositiva, com a utilização do livro didático e com resolução de exercícios em sala (CASTRO, et al. 2014).

Além disso, diversos conteúdos dessa disciplina exigem um alto grau de abstração do estudante, o que contribui ainda mais para dificultar a sua compreensão, como é o caso da Ondulatória, especialmente quando está associada a fenômenos físicos cujas representações simbólicas não podem ser percebidas visualmente. Um exemplo disso são as características físicas das ondas eletromagnéticas (frequência, período, amplitude etc.).

Por outro lado, a informação e os diferentes recursos tecnológicos de visualização nunca estiveram tão acessíveis aos jovens de hoje, o que lhes fomenta uma gama de possibilidades. Essa é uma das questões discrepantes entre os estudantes de hoje, e os estudantes do século anterior. Outrora os estudantes tinham acesso a informação, muitas vezes, apenas através do ensino nas escolas, hoje não é mais realidade. Com acesso à internet, os estudantes conseguem através de vídeo-aulas, por exemplo, aprender determinado conteúdo sem a necessidade de frequentar uma sala de aula. Portanto utilizar-se de metodologias que não levam essa nova realidade em consideração acaba sendo um grande equívoco do professor, o que pode tornar sua tarefa didática mais árdua e aula cada vez mais desinteressante para os estudantes.

Um das possibilidades de modificar essa realidade está em utilizar-se de recursos tecnológicos digitais como: *smartphones*, computador, *tablets*, jogos digitais, softwares de simulação, laboratórios *on line*, entre outros. Segundo Ferreira (2017), os estudantes brasileiros, quando não estão na escola, são os que ficam mais tempo na internet, certa de 3 horas por dia, de acordo com os dados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA - *Programme for International Student*). A pesquisa também aponta que 47% dos estudantes declaram utilizar a internet para jogar jogos on-line.

A utilização desses recursos tecnológicos digitais, tem fomentado várias pesquisas sobre seus impactos na educação (REZENDE, 2013; CÂMARA,2015; ALVES 2014; MENDES, 2012; ALMEIDA, 2015; SILVA, 2016; PEDROSA, 2016, MEDEIROS,2002; RODRIGUES, 2017). E tem sido vista como uma alternativa promissora para despertar a atenção, manter o foco dos estudantes no conteúdo didático e favorecer a aprendizagem, pelo fato dessa tecnologia permear seu cotidiano.

O jogo digital, tão presente na vida de muitos jovens, pode ser utilizado como um recurso que auxilia sua aprendizagem, bem como uma maneira de motivá-los para o estudo de tópicos da Física. Segundo Prensky (2001), alguns estudantes passam mais de 10.000 horas jogando videogames. Contudo, a utilização de um recurso tecnológico não é garantia de melhoria na aprendizagem dos estudantes. Sua utilização deve ser realizada dentro de princípios teóricos e metodológicos educacionais, procurando colocar o estudante como ser ativo em seu processo de aprendizagem e evitando seu uso de maneira que se retomem as aulas nos moldes tradicionais.

Diante desta perspectiva, a presente pesquisa apresenta uma sequência didática que foi desenvolvida para utilizar-se de um jogo digital no contexto de três estratégias metodológicas que se complementam: Ensino sob Medida, Instrução pelos Pares e Aprendizagem baseada em Projeto.

A escolha do tema ondulatória ocorreu pelo professor/pesquisador, considerar que o tema tem uma gama de aplicabilidade em equipamentos tecnológicos presentes no cotidiano. Mas também por ser um conteúdo, geralmente trabalhado no 2º ano do Ensino Médio, cujo os livros didáticos costumam trazê-lo como tópicos finais e como boa parte dos professores tomam como base o livro didático esse tema acaba sendo abordado apenas no final do ano, quando possível, devido a carga horária. Em Minas Gerais, segundo a resolução da Secretaria de Estado de Educação (SEE) nº2.482, de 13 de janeiro de 2016, no Ensino Médio diurno, a disciplina de Física tem uma carga horária de apenas duas aulas semanais.

A sequência proposta foi desenvolvida, para que o jogo possa ser trabalhado afim de favorecer uma aula que difere dos moldes tradicionais, propiciando uma maior interação entre o aluno/aluno e aluno/professor. Permitindo que o estudante seja colocado como elemento central em seu processo de aprendizagem, o que ainda é um desafio tanto para o professor quanto para o aluno.

A sequência didática é composta de 10 aulas dividida em duas etapas. A primeira, com ênfase maior nas duas primeiras estratégias metodológicas e consiste na introdução do conteúdo de ondulatória. Já a segunda etapa com enfoque maior na última estratégia. Esta utiliza a versão beta do jogo digital Zum, que foi desenvolvido em colaboração com integrantes do Núcleo de Pesquisa em Tecnologias Cognitivas (NUTEC) da Universidade Federal de Uberlândia.

Propõe-se trabalhar o jogo Zum com os estudantes, de modo que eles consigam perceber os conceitos presentes no jogo e a forma como são utilizados, mas que também se sintam parte integrante do processo de continuação da construção de novas fases do jogo. Ao final da sequência, os estudantes são levados a elaborar, de forma colaborativa, um roteiro de continuação do jogo, implementando os conceitos estudados em sala. A elaboração colaborativa da fase do jogo pelos estudantes torna-se um elemento atrativo, o que pode fomentar um maior interesse pelo conteúdo, que, comumente, não é atraente aos estudantes.

A presente pesquisa procura responder, com a aplicação da sequência elaborada, a seguinte questão:

**Como uma sequência didática, em que os estudantes são estimulados a se envolver no desenvolvimento de um jogo digital, pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de Ondas?**

Buscando responder essa questão determinamos o objetivo geral da pesquisa:

- Analisar e compreender o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes a partir de uma sequência que se utiliza de um jogo digital.

E para essa finalidade traçamos objetivos mais específicos para o desenvolvimento da investigação:

- Identificar indícios de mudanças atitudinais durante o processo de ensino e aprendizagem.
- Identificar os aspectos negativos/ positivos observados durante o uso do jogo digital.
- Identificar as percepções dos alunos em relação a utilização do jogo e da sequência didática desenvolvida.
- Identificar a aprendizagem do conteúdo com a elaboração das fases do jogo.

Os produtos educacionais desenvolvidos pela pesquisa foram dois CD's, um que contém a sequência didática e o outro o Jogo digital Zum para download nas versões para Windows e Android. Os produtos se complementam, propiciando ao professor uma forma de se utilizar o jogo digital Zum no ensino.

Este texto foi organizado em tópicos cuja descrição será disposta em seguida.

No Tópico 2 foi tratado o referencial teórico-metodológico onde foi discutido os referenciais teóricos adotados na elaboração da sequência e pesquisa.

O Tópico 3 trata sobre o jogo digital ZUM.

O produto educacional desenvolvido pela pesquisa foi tratado no Tópico 4.

As considerações a respeito dos resultados e análises das aplicações metodológica são o tema do Tópico 5. Nele estará colocado primeiramente a estruturação das aulas e detalhamento do processo metodológico utilizado com a montagem das grelhas de análise. Serão apresentados os resultados e análises das aplicações realizadas e, por fim, a síntese pertinente às aplicações.

Por último, no Tópico 6, serão feitas as colocações finais sobre o trabalho.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO - METODOLÓGICO

### 2.1 Jogos digitais no ensino.

O avanço da tecnologia tem sido cada dia mais iminente no cotidiano das pessoas. O acesso à informação por meio de computadores, celulares, notebooks, tablets é fortemente presente, interferindo de maneira significativa em seus modos de vida. Essa presença da tecnologia digital na vida dos jovens tem entrado em choque com a realidade escolar que, nesse sentido, não sofreu avanço em seu modo de ensino, pois o sistema educacional vigente ainda remete à filosofia educacional do século passado (PAPERT, 2008).

O receio dos professores em utilizar algumas dessas tecnologias está em manipular um recurso do qual não possuem domínio e, também, em como utilizá-la na aprendizagem dos estudantes. Muitas legislações estaduais também contribuem para dificultar a inserção de recursos tecnológicos em sala, como o celular. Um exemplo é o estado de Minas Gerais, cuja lei 14.486, proíbe a utilização de celulares em sala de aula sem adendo para fins pedagógicos, o que deixa o professor inseguro quanto ao seu uso.

Entretanto, a ideia da utilização de computadores e de jogos em sala de aula foi proposta há cerca de trinta anos por Seymour Papert. Para o autor, a utilização dos novos recursos tecnológicos, pode contribuir para o estabelecimento de um ambiente de aprendizagem do qual os estudantes possuem bastante domínio. Segundo Papert,

“As tecnologias da informação, da televisão aos computadores e suas combinações, abrem oportunidade sem precedentes para ação, a fim de melhorar a qualidade do ambiente de aprendizagem, entendido como todo o conjunto de condições que contribuem para moldar a aprendizagem no trabalho, na escola e no lazer.” (PAPERT, 2008, p. 14)

Se observarmos a realidade dos nossos estudantes constataremos que sua interação com as novas tecnologias ocorre por meio de redes sociais, WhatsApp, jogos, dentre outros, embora esse último seja, geralmente, considerado apenas uma forma de diversão por pais e professores. O que a maioria não percebe são as potencialidades que esse recurso pode trazer para aprendizagem, já que exigem dos estudantes o domínio de habilidades e a utilização de estratégias complexas.

“O que alguns pais podem não se dar conta é que os videogames, sendo o primeiro exemplo de tecnologia de computação aplicada à fabricação de brinquedos, foram a porta de entrada das crianças para o mundo da informática. Esses brinquedos, dando autonomia às crianças para testar ideias utilizando regras e estruturas pré-estabelecidas (...) provam ser capazes de ensinar aos aprendizes as possibilidades e limitações de um novo sistema, utilizando meios que muitos adultos invejariam” (PAPERT, 2008, p. 20)

Segundo Papert (2008, p.20), “Os videogames ensinam às crianças o que os computadores estão começando a ensinar aos adultos – que algumas formas de aprendizagem são rápidas, muito atraentes e gratificantes.”

Contudo, é necessário que os professores identifiquem as potencialidades dos jogos para o processo de ensino-aprendizagem, para que eles possam ser inseridos de forma eficaz em suas aulas, utilizando-os como ferramentas pedagógicas para atividades norteadoras e permitindo que os estudantes desenvolvam capacidades como concentração, afetividade, atenção entre outros (ADRIANI, 2008).

Adriani (2008) elenca algumas vantagens na utilização de jogos, como:

- **Anonimato** - inclui aquelas pessoas tímidas, possibilitando que fiquem mais autoconfiantes.
- **Desenvolvimento** – através das trocas de experiências entre professor e aluno.
- **Experimental** – permite aprendizagem através da ação dos estudantes tornando-o mais eficaz.
- **Experimentação** – permite simular situações reais, podendo ser discutidas em grupo.
- **Flexibilidade** – permite ao professor aplicar o jogo no período de tempo que for conveniente.

A autora também apresenta dois tipos de jogos, com suas características e importância para a criança. O primeiro é o jogo simbólico, que permite trabalhar a imaginação e a memória, já que remete a situações reais, possibilitando ao aluno reelaborar o conhecimento em conjunto com o grupo. O segundo são os jogos educativos que, quando utilizados acompanhados de uma metodologia apropriada favorece o processo de ensino e aprendizagem, além de despertar o interesse dos estudantes pelo conteúdo.

De acordo com Rezende et al. (2013), os jogos podem estimular emoções que motivam a aprendizagem dos estudantes. Essas emoções estão ligadas à realização como: satisfação, esperança, orgulho, desânimo, contentamento, raiva, ansiedade, vergonha e tédio, que são subdivididas em positivas e negativas, de desativação e ativação. Essas emoções, quando em conjunto, podem levar à uma motivação intrínseca, que consiste na tarefa realizada, que inclui a auto realização, ou na motivação extrínseca, que consiste em provocar no indivíduo a satisfação. São as emoções positivas as responsáveis por promover a aprendizagem efetiva dos estudantes.

Para Falcão et al. (2014), as plataformas de ensino também são uma opção para o desenvolvimento de atividades que envolvam jogos, como o Moodle, que permite ao professor gerenciar cursos e atividades. Isso lhe possibilita propor atividades extraclasse, promovendo a aprendizagem dentro e fora da sala de aula.

O conceito de *gamification* ou gamificação (tradução para o português) refere-se à utilização de diversos aspectos presentes nos jogos em contextos fora do jogo. Essa definição tem sido compartilhada com autores como Martins (2015), Alves (2014) e Fadel et al. (2014).

“... entendemos que a gamificação pode ser considerada uma readaptação da cultura lúdica às técnicas condicionantes da cibercultura, um movimento natural imbricado ao desenvolvimento do ser humano por meio da interação com o lúdico.” (Martins, 2015 p.39)

Para Alves (2014), uma das características da gamificação é o uso de alguns elementos de jogos digitais como: sistema de recompensa, cooperação, objetivos e regras claras, narrativas, tentativa e erro, diversão, interatividade, sistema de feedback entre outros. Tudo isso, trabalhado em situações que não envolvem o jogo, promove o mesmo envolvimento do sujeito na atividade.

O número de pesquisas que envolve a utilização de jogos digitais e outros recursos tecnológicos é relevante e as que envolvem a aplicação ou construção de jogos (MUELLER, 2013; SANTANA, 2012; ADRIANI, 2008; MENDES, 2012; ALVES, 2008; REZENDE, 2013; CÂMARA, 2015; SILVA, 2016; ALMEIDA, 2015) têm mostrado algumas potencialidades e possibilidades de sua utilização em sala de aula.

Em seu trabalho, Silva (2016) envolve estudantes do 1º ano do Curso Técnico em Manutenção e Suporte em Informática, integrado ao ensino médio, de um

Instituto Federal, em uma proposta para o desenvolvimento de jogos digitais pelos estudantes. O jogo criado deveria estar vinculado ao conteúdo de matemática daquele ano, particularmente funções. Em uma de suas considerações, assinala que o ensino e aprendizagem da matemática é mais atrativa e significativa com a criação dos jogos pelos estudantes.

Almeida (2015), coloca em sua pesquisa como a utilização de um jogo sem objetivos educacionais pode ser utilizado para fins de aprendizagem. Em seu estudo, é feito um levantamento sobre os métodos de se utilizar jogos na educação. Esse levantamento lhe permitiu elaborar um plano de aula, aplicado a estudantes do sétimo ao nono ano. A pesquisa permitiu confirmar sua hipótese que atividades lúdicas atreladas de maneira harmoniosa ao conteúdo educacional podem fomentar uma aprendizagem mais significativa dos estudantes.

Já Câmara (2015) apresenta em seu trabalho o aumento da motivação dos estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, com a utilização do jogo *Angry Birds*, para a construção dos conhecimentos sobre gravidade, mecânica, três leis de Newton, entre outros, pertencentes à disciplina de Física. No entanto, o trabalho da autora restringe-se a analisar apenas aspectos motivacionais utilizando em suas análises a Escala de Motivação para Aprendizagem (EMAPRE).

Neste sentido, os jogos são ferramentas que permitem o desenvolvimento intelectual dos jovens (ALVES; BIANCHIN, 2010). Além disso, permitem que o professor atue como mediador no processo de ensino, na construção e reformulação de conceitos, tornando-o mais dinâmico, o que reflete na melhora do desempenho dos estudantes (MORAES; REZENDE, 2009).

Para Mendes (2012, p.52) “Estas mudanças cognitivas causadas pelas novas tecnologias e mídias digitais impulsionaram uma nova variedade de necessidades e preferências por parte das gerações mais jovens, particularmente na área do aprendizado.”

Nesse trabalho, faremos uso de um jogo digital denominado ZUM, cuja fase inicial foi desenvolvida por uma equipe de estudantes de graduação em conjunto com os pesquisadores envolvidos nessa pesquisa. A fase inicial utiliza conceitos de Ondas em seus desafios e o jogo pode ser utilizado em aparelhos celulares com sistema Android, ou computadores pessoais com sistema operacional Windows, a partir do *download* pelo link <https://github.com/jessicamartins27/JOGO-ZUM.git>

## 2.2 A Instrução pelos Colegas e o Ensino sob Medida

Um dos grandes problemas do ensino atual, tanto na Física como em outras áreas do conhecimento, está na forma como o conteúdo é apresentado para os estudantes. Esse conteúdo ministrado pelos professores é trabalhado, em sua maioria, com aulas expositivas e acaba sendo um reflexo do conteúdo apresentado nos livros didáticos.

Esta maneira de trabalhar acaba por desmotivar os estudantes já que, além de atuarem como meros receptores do conhecimento, não são levados a pensar de forma crítica e refletir sobre o que lhes foi exposto (MAZUR, 2015).

Essa realidade percorre da Educação Básica ao Ensino Superior e foi diante dessa constatação, em suas aulas de Mecânica Newtoniana na graduação em Física na Universidade de Harvard, que Eric Mazur desenvolveu a técnica denominada Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*). Nela, os estudantes participam de modo ativo no processo de ensino. Como afirma Mazur,

“Desenvolvi um estilo de ensino interativo que auxilia os estudantes a compreender melhor a Física introdutória. A técnica, denominada Peer Instruction, faz os estudantes participarem ativamente do processo de ensino. A abordagem é simples e, como muitos outros comprovaram pode ser modificada para se adequar ao estilo de cada um de dar aulas. Essa técnica torna a Física mais fácil de ser ensinada e mais acessível aos estudantes.” (MAZUR, 2015)

A técnica da Instrução pelos Colegas tem dois objetivos básicos: o primeiro, consiste em promover a interação dos estudantes durante as aulas e o segundo, diz respeito ao foco dos estudantes nos conceitos fundamentais. Assim, as aulas consistem em uma sequência, que se inicia por uma breve apresentação do professor sobre os conceitos-chaves do tema em exposição e, ao final de cada uma, são apresentados testes conceituais aos estudantes. Os estudantes têm um tempo para responder cada teste individualmente (cerca de 1 minuto) e, em seguida, eles devem fazer uma discussão da questão com seus colegas (de 1 a 2 minutos) de modo a convencê-los de que a sua resposta está correta. Após a discussão, os estudantes devem apresentar suas novas respostas ao professor.

Caso a porcentagem de respostas corretas da sala seja menor que 30%, o professor deve retomar o conteúdo e abordá-lo com maior detalhe. Posteriormente, deve apresentar um novo teste conceitual. Caso a porcentagem de respostas corretas seja maior do que 70% ele prosseguirá com o próximo tópico a ser

estudado, e se estiver entre 30% a 70% de acertos, a discussão entre os colegas deve acontecer. Se a quantidade de acertos for menor que 30%, o professor deve retomar o conceito de uma forma mais aprofundada e aplicar outro teste conceitual. É importante destacar que o professor deve fazer a leitura de cada um dos testes conceituais para evitar dúvidas sobre a compreensão da questão.

A interação que ocorre entre os colegas é uma das vantagens dessa metodologia, pois contempla a teoria de Vygotsky (1995), na qual os conhecimentos são construídos pela interação do sujeito com o meio em que vive. Esses, são mediados pela linguagem e pensamento e levam à formação dos conceitos pelo indivíduo (VIANA, 2000). Portanto, a explicação do colega, através de uma linguagem mais simples, pode promover a aprendizagem do aluno. “Algumas vezes, parece que os estudantes são capazes de ensinar os conceitos uns aos outros de forma mais eficiente do que seus professores” (MAZUR, 2015, p. 13).

Outra vantagem de sua utilização está no rompimento com as aulas monótonas e expositivas passivas pois, agora, o aluno não está limitado apenas ao conteúdo passado pelo professor, o que lhe permite pensar e verbalizar de acordo com suas próprias reflexões acerca do conteúdo.

Algumas instituições já testaram essa metodologia com êxito, como a University of Massachusetts – Lowell e a Apalachian State University. No Brasil, a UNISAL, em São Paulo, e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul também fazem parte dessa relação.

Alguns trabalhos têm adotado a técnica da Instrução pelos Colegas complementando-a com a técnica do Ensino sob Medida (EsM) (ARAÚJO; MAZUR, 2013). A segunda é uma abordagem que também favorece a aprendizagem ativa. Ela foi criada na década de 90 por Gregor M. Novak, juntamente com seus colegas Andrew D. Gavrin, Evelyn T. Patterson e Wolfgang Christian, com o propósito de favorecer a aprendizagem de ciências na sala de aula (NOVAK, et al., 1999 apud ARAUJO; MAZUR, 2013)

Essa técnica é composta por três etapas: na primeira, os estudantes devem desenvolver tarefas que o professor irá indicar em um período anterior à aula. Essa tarefa pode ser de própria autoria, ou de uma referência na internet, ou capítulo de um livro. Após o estudo do material pelos estudantes, eles devem responder algumas questões dissertativas que envolvam os principais tópicos da aula, denominados testes de leitura. Essas respostas deverão ser postadas (via *e-mail* ou

em uma plataforma de aprendizagem como a Moodle) em um prazo estipulado pelo professor e anterior a aula. A segunda etapa é onde o professor tem acesso às respostas dos estudantes, permitindo-lhe verificar os pontos em que os estudantes tiveram maior dificuldade. Isto concede ao professor a oportunidade de preparar a próxima aula a partir dos tópicos que os estudantes tiveram maior dúvida (ARAUJO; MAZUR, 2013). De acordo com Araujo e Mazur,

“O ponto principal no EsM é a possibilidade do professor planejar suas aulas a partir dos conhecimentos e dificuldades dos seus estudantes, manifestadas através das respostas que eles fornecem em atividades de leitura prévia aos encontros presenciais.” (ARAUJO; MAZUR, 2013, p. 370-371)

Nessa etapa, o educador pode utilizar as respostas dos estudantes como ponto de partida em suas aulas, mostrando-lhes as incoerências e apontando para a conceituação correta. A última etapa ocorre em sala, em que o professor faz explanações breves intercalando com atividades experimentais ou de fixação que promovam a interação entre os estudantes. Essas variações nas atividades os motivam a manter o foco nas atividades além de favorecer a prática dos conceitos aprendidos (ARAUJO; MAZUR, 2013)

“O EsM operacionaliza o levantamento de dúvidas e dificuldades dos estudantes permitindo que o professor possa de fato levar em conta o conhecimento prévio deles na organização do ensino.... O grande potencial do IpC, sob uma óptica vygotskyana, estaria na promoção de interações sociais.... Aqueles estudantes que já conseguiram construir adequadamente seus conhecimentos, ou estão próximos disso, passam a auxiliar o professor...” (ARAUJO; MAZUR, 2013, p. 373)

Segundo Araujo e Mazur (2013) essas duas técnicas possuem pontos positivos que auxiliam o educador a potencializar o processo de ensino-aprendizagem. Contudo, a aplicação demanda comprometimento do professor no processo de preparação das aulas e, também, dos estudantes que são parte central dessas metodologias.

### **2.3 Aprendizagem por Projeto e Aprendizagem Baseada em Projetos**

A aprendizagem por projeto tem origem na década de trinta com a proposta de John Dewey (1859-1952), pedagogo e filósofo norte americano que acreditava na relação da sociedade, da vida e da prática com a teoria. Essa abordagem fazia parte da vertente denominada Escola Nova que vinha em oposição à escola tradicional da

época. Para ele o aluno deveria atuar como ser ativo, tomando iniciativa e interagindo de forma cooperativa no processo de ensino-aprendizagem. E o conhecimento deveria ser uma atividade voltada para a experiência, baseada nas vivências e interesses, a fim de valorizar as habilidades do indivíduo (Vieira, 2008).

Dewey influenciou o filósofo em educação William Heard Kilpatrick (1918-1952), que conduziu a psicologização do método de projetos voltando-se à liberdade de ação dos estudantes. As propostas com este aspecto pertenciam ao modelo Escola Nova, que foi ganhando diferentes denominações como: metodologia de projetos, projetos de trabalho, metodologia de aprendizagem por projetos etc.

No Brasil, na década de 1930, essa discussão sobre a pedagogia de projetos iniciou-se com idealistas da Escola Nova como Lourenço Filho, Anísio Teixeira e Fernando Azevedo.

Segundo Vieira (2008), uma questão fundamental na aprendizagem por projetos se deve ao fato de que a questão a ser pesquisada deve partir de curiosidades dos estudantes. Assim o processo de ensino-aprendizagem é centrado no aluno e não em conteúdos disciplinares ou no professor.

Na implementação da metodologia Aprendizagem por Projetos, de acordo com Behrens e José (2001), deve-se levar em consideração dez etapas de execução, que não devem ser colocadas como rígidas, conforme apresentadas a seguir:

- **Discussão do projeto:** o professor deve apresentar os estudantes a proposta que elaborou, deixando claro o processo participativo e crítico que irá ocorrer ao longo do processo.
  - **Problematização:** Deve ser provocativa de forma a estimular a participação dos estudantes no projeto.
  - **Contextualização:** localização histórica sobre o tema.
  - **Aulas expositivas dialogadas:** O professor apresenta os conteúdos e as informações necessárias ao tema.
  - **Pesquisa individual:** Os estudantes são levados a investigar sobre o tema.
  - **Produção individual:** Produção do estudante em relação à pesquisa realizada.

- **Discussão crítica e reflexiva:** Discussão baseada nas pesquisas dos estudantes.
- **Produção coletiva:** As reflexões acerca das discussões sobre as pesquisas podem ocasionar a produção conjunta do conhecimento pelos estudantes.
- **Produção final:** Os estudantes e o professor devem discutir sobre uma possível aplicação da pesquisa.
- **Avaliação da aprendizagem:** deverá ser realizada ao longo do processo segundo os critérios elencados no início do projeto.

Bender (2014) a denomina como aprendizagem baseadas em projetos ou ABP.

Ela tem como concepção a utilização de projetos que baseiam em uma tarefa, problema ou questão que seja motivadora e envolvente para os estudantes. O que permite que estes trabalhem cooperativamente no processo de aprendizagem dos conteúdos (BARREL; BARON; GRANT, apud BENDER,2014).

Segundo Bender (2014), a ABP além de aumentar a motivação de aprender, permite o desenvolvimento de habilidades colaborativas. A seguir estão colocadas algumas características básicas da ABP, no ponto de vista do autor:

- **Âncora** – colocação das informações básicas para gerar o interesse dos estudantes.
- **Trabalho em equipe cooperativa** – É importante para as experiências de aprendizagem, ao longo do processo, pois permite que estas sejam mais verdadeiras.
- **Questão motriz** – Deve fazer com que os estudantes mantenham o foco e a motivação no processo.
- **Feedback e revisão** – O auxílio do professor deve ocorrer em todo o procedimento. E o *feedback* pode ocorrer a partir das observações dos colegas ou do professor.
- **Investigação e inovação** – Os estudantes deverão gerar questões complementares a questão motriz de acordo com as tarefas do projeto.
- **Oportunidades e reflexão** – A criação de oportunidades para que os estudantes reflitam sobre os vários aspetos do projeto.

- **Processo de investigação** – Pode-se utilizar orientações para a conclusão do projeto e criação de produtos.
- **Resultados apresentados publicamente** – É importante que os estudantes tenham a oportunidade de apresentar os resultados do projeto.
- **Voz e escolha do aluno** – Os estudantes devem instigados a fazer escolhas ao longo do andamento do projeto.

O autor também aponta a importância das tecnologias digitais na implementação da ABP. Já que os jovens passam boa parte do tempo em contato com mídias digitais. “Os professores e alunos de hoje experimentam um mundo altamente conectado, inteiramente interligado por redes cada vez mais digital.” (Brender,2014,73)

Dentre as opções desejadas para respaldar a aprendizagem baseada em projetos, estão:

- Dispositivos com conexão à internet.
- Software de apresentação
- Quadros interativos para apresentações ABP.
- Câmeras de vídeo digitais.
- Simulações e jogos para ABP.
- Jogos de realidade alternativa na sala de aula

Os dois últimos tópicos, particularmente, além de serem possíveis elementos motivadores, corrobora para um maior comprometimento dos estudantes com a disciplina em questão. (STAGE, apud Brender,2014)

“...os novíssimos jogos e simulações prometem melhorar significativamente todo o ensino particularmente o ensino na ABP, já que ambos os formatos se focam diretamente em altos níveis de envolvimento dos alunos.” (Brender,2014, p.84)

Para Brender (2014), a pesquisas sobre ABP, apontam vantagens relacionadas ao aumento do interesse dos estudantes em relação ao trabalho a ser desenvolvido, além de melhorar a atitudes dos estudantes em relação a algumas disciplinas, como a matemática.

Apesar das diferentes denominações a utilização dessa proposta rompe com a formato atual das aulas, no qual o professor é o transmissor do conhecimento e o

aluno mero receptor. Neste enfoque, o estudante é agente ativo e o professor deve atuar em parceria com os estudantes respeitando as diferenças de aprendizagem de cada um. Contudo para a implementação do projeto o docente deve ter compreensão sobre o tema, com um estudo e planejamento prévio, para levar o indivíduo a produzir coletivamente o conhecimento. Percebe-se que o enfoque no aluno e a importância de manter os estudantes motivados ao longo do projeto são fatores que podem influenciar em sua aprendizagem.

## 2.4 Metodologia da Pesquisa

A pesquisa tem enfoque qualitativo, realizou-se na forma de um Estudo de Caso, a fim de responder à questão de pesquisa apresentada na Introdução.

A aplicação da sequência didática foi realizada pela pesquisadora, para duas turmas do 2º Ano do Ensino Médio da qual era a professora regente, sendo cada aplicação em um ano letivo: a primeira aplicação ocorreu em 2016, em uma turma composta por 21 estudantes. Já a segunda aplicação aconteceu em uma turma com 12 estudantes, em 2017. Em ambas situações a sequência didática foi implementada a partir do meio do ano, período este em que o conteúdo de ondulatória geralmente é iniciado.

A escolha do ambiente de aplicação levou em consideração o local onde a professora/pesquisadora lecionava. Este é um colégio da rede particular da cidade de Monte Carmelo – MG, com mais de 75 anos de tradição no ensino.

Os dados foram coletados mediante gravações de áudio e vídeo, aplicativo do WhatsApp, pela professora/pesquisadora. Foram realizadas as transcrições dos áudios a fim de obter o material para análise.

A análise dos dados foi realizada conforme a metodologia de análise de conteúdo de Bardin (1997), sendo está definida como:

“Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.” (Bardin, 1997, p.42)

Segundo Bardin (1997) o método de análise proposto é dividido em três partes: pré-análise, exploração do material, tratamento dos resultados e inferência.

A pré-análise é constituída por cinco atividades: a primeira é a leitura flutuante da documentação, em seguida deve ser realizada a escolha dos documentos que serão analisados, que consistirá o *corpus* da pesquisa. A constituição do *corpus* deverá obedecer algumas regras, apontadas a seguir (Bardin,1997):

- Regra de exaustividade - Não se deve deixar de fora qualquer documento.
- Regra da representatividade – a amostra deve ser significativa para abranger todo universo inicial.

- Regra da homogeneidade - os documentos devem referir-se ao tema colocado atendendo aos critérios escolhidos.
- Regra da pertinência - Os documentos devem ser apropriados para análise.

A terceira prática é a formulação das hipóteses e objetivos de análise, que não são necessariamente obrigatórias para que a análise possa ser realizada. A quarta é aquela em que se deve fazer a referenciação dos índices e indicadores.

A exploração do material, realiza-se fazendo sua codificação, identificando as categorias, unidades de registro, unidades de contexto.

A última parte do método de análise, é tratamento dos resultados e inferência. Nesta etapa as informações pertinentes deverão ser destacadas para que as interpretações inferenciais possam ocorrer. (MOZZATO, GRZYBOVSKI, apud Bardin, 1997)

“A intenção da análise do conteúdo é a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção (ou, eventualmente, de recepção), inferência esta que recorre a indicadores (quantitativos ou não).” (Bardin, 1997, p.38)

Os polos de análise para inferência são:

- Emissor – aquele que produz a mensagem e esta representa o emissor.
- Receptor - aquele indivíduo ou grupo no qual a mensagem é dirigida.
- Mensagem – é o ponto de partida de qualquer análise, o material.
- *Medium* – é o suporte do material do código.

A inferência será utilizada para realizar a dedução a partir dos fatos, buscando verificar algo além dos documentos (Bardin, 1997). É por meio das inferências que a interpretação dos dados será realizada.

Para todo material analisado foram construídas grelhas de análise que utilizaram os critérios de categorização temática, que levam em consideração a classificação das palavras de acordo com o tema (Bardin, 1997). Assim todas as grelhas apresentam como tema Aprendizagem com o Jogo Zum, e as categorias e subcategorias colocadas levaram em consideração as informações contidas no material para análise. As informações apresentadas nas grelhas permitiram as inferências e interpretação dos dados.

### 3. O JOGO DIGITAL ZUM

O jogo digital Zum foi desenvolvido de forma colaborativa, a partir das contribuições dos integrantes do Núcleo de Pesquisa em Tecnologias Cognitivas (NUTEC) da Universidade Federal de Uberlândia na <sup>1</sup>concepção da sua primeira fase.

Participaram da etapa de *Design Bible* (criação do roteiro, do *game design*<sup>1</sup>, do *game play*<sup>2</sup> e da interface gráfica) a autora desse trabalho, seu orientador, além de estudantes do ensino médio, estudantes da graduação e da pós-graduação que desenvolvem trabalhos no NUTEC.

A construção dos elementos gráficos do jogo foi feita por uma estudante ingressante no curso de Licenciatura em Física e por um estudante ingressante no curso de Sistemas da Informação. A programação foi feita por outro estudante ingressante no curso de licenciatura em Física, juntamente com o estudante do curso de Sistemas da Informação. O trabalho dessa equipe foi gerenciado diretamente por um Licenciado em Física e estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação, sob a supervisão da autora desse trabalho e do seu orientador.

O jogo Zum foi construído com o uso da plataforma de desenvolvimento de jogos Unity em sua versão gratuita.

O roteiro e a conceituação artística (*game design*) da fase desenvolvida do jogo contempla uma característica de jogo de plataforma, no qual um aparelho celular é o personagem principal (o Zum), que deve enfrentar desafios para capturar fótons e se recarregar, evitando assim ser capturado pelo personagem Gaiola (uma referência à gaiola de Faraday que inviabiliza o funcionamento de aparelhos transmissores de ondas eletromagnéticas). O personagem deve percorrer um cenário em visualização 2D em uma fase infinita (Figura 1).

---

<sup>1</sup> Game design é a criação e planejamento dos elementos de um jogo com suas regras e dinâmicas.

<sup>2</sup> Game play, em português jogabilidade, é o termo usado pela indústria de jogos que engloba todas as experiências e interações de o um jogador com os sistemas de um jogo.

Unity, <https://unity3d.com/pt>.



Figura 1 – Visualização dos personagens do jogo digital ZUM.

Para superar os desafios e conseguir capturar fótons, o personagem deve fazer uso de fontes emissoras de radiação eletromagnética de diferentes frequências que serão emitidas pelas diferentes antenas do aparelho celular (personagem ZUM). O cenário do jogo contém caixas de madeira, metal e taças de vidro que se apresenta como obstáculos ou fonte de coleta de fótons.

Para quebrar cristais, a antena emitirá uma frequência de aproximadamente 516 Hz (SILVA, 2013), para rachar madeira, a frequência é de, aproximadamente, 8 Hz (SEGUNDINHO; DIAS, 2009) enquanto que, para deformar alumínio, a frequência deve ser de aproximadamente 913,27 Hz (MENDES SOUZA, 2014). Os valores mencionados para a madeira e alumínio podem variar, ambos em relação à dimensão do material e o tipo de madeira também pode alterar esse valor. A emissão das frequências citadas acima está relacionada ao fenômeno de ressonância, no qual a energia recebida será suficiente para destruir ou danificar o material.

O jogo também apresenta algumas pontes levadiças que funcionam por meio de dois dispositivos diferentes, uma delas está conectada a um painel solar com uma bateria e a outra a um recipiente de água. O primeiro será acionado pelo personagem Zum quando ele ligar sua lanterna e direcionar para o painel solar, isso fará com que a bateria da ponte carregue possibilitando a passagem do personagem. Nesta situação o conceito de transformação de energia é empregado.

O segundo refere-se ao acionamento da ponte através do aquecimento da água, cuja frequência emitida deve ser de 2,45 GHz (FUNCIONAMENTO, 2011). O

processo de aquecimento ocorre também devido ao fenômeno da ressonância, porém a energia recebida será suficiente apenas para promover o aquecimento da água, acionando o dispositivo da ponte desobstruindo assim a passagem do Zum.

Caso o personagem não consiga transpor algum desafio e o jogo seja reiniciado, este começará em uma situação nova, randomicamente programada, de forma que o jogador não consiga prever os desafios que deverá enfrentar. O jogo apresenta a opção de utilizar ou não um fundo musical e efeitos sonoros. Ele apresenta na imagem de *game over*, o recorde obtido pelo jogador que está relacionado a distância percorrida pelo personagem no cenário.

A fase desenvolvida teve o objetivo de servir de motivação e referência para o desenvolvimento de novos desafios ou novas fases por estudantes do ensino médio. O download do jogo pode ser feito através do link: <https://github.com/jessicamartins27/JOGO-ZUM.git> .

## 4. O PRODUTO EDUCACIONAL

A pesquisa permitiu a elaboração de dois produtos educacionais que podem ser utilizados pelos professores em suas aulas de física que abordam o tema de ondulatória. Eles são dois CD's (Figura 2), em um deles foi disponibilizado a sequência didática e no outro o jogo digital Zum nas versões de download para Windows e Android. O conteúdo presente nos CD's, está disponível também através do link: <https://github.com/jessicamartins27/JOGO-ZUM.git>



Figura 2 - Produtos Educacionais.

A sequência didática é composta por 10 aulas conforme apresentada no Apêndice I, divididas em duas etapas. A etapa 1 contém 5 aulas onde será abordado o conteúdo de ondulatória e na etapa 2, também com 5 aulas, se trabalhará com o jogo digital, em que os estudantes trabalharam como coautores do jogo, elaborando os roteiros de continuação ou de novas fases para o jogo Zum.

A proposta das aulas conduz o professor e o estudante a romper o formato atual das aulas, onde o professor é mero transmissor do conhecimento e o estudante mero receptor, colocando-o como elemento central no processo de ensino e aprendizagem.

O número de aulas da sequência didática do produto é menor do que da aplicação da pesquisa pois na aplicação os estudantes responderam um

questionário com objetivo de verificar as percepções dos estudantes em relação a sequência didática e ao comportamento dos colegas.

## 5. APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA: RESULTADOS E ANÁLISES

Para trabalhar os conteúdos, foram utilizadas as metodologias do Ensino sob Medida, Instrução pelos Pares e Aprendizagem baseada em projetos, com o uso da plataforma de aprendizagem Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) e de recursos do Google Drive, para dar suporte à sequência.

Foram necessárias 11 aulas para aplicação da pesquisa e o processo foi dividido em duas etapas, sendo a primeira com 5 aulas que contaram com atividades em sala e extraclasse no qual seria trabalhado o conteúdo de ondulatória. A segunda etapa, com 6 aulas, no qual os estudantes trabalharam com o Jogo Zum (Apêndice A).

O conteúdo de ondulatória foi iniciado, e subdividido em quatro Tópicos: Ondas I, Ondas II, Ondas III e Ondas IV, cujo material foi fornecido antecipadamente para ser estudado extraclasse, conforme apresentado nos Apêndices B, C, D, e E.

Após o estudo do material na plataforma os estudantes responderam algumas questões, permitindo que o professor planeje a próxima aula de acordo com as dúvidas ou equívocos conceituais que os estudantes apresentaram (Apêndice B, C, D e E)

A segunda etapa consiste em 6 aulas nas quais os estudantes fizeram uso dos conceitos abordados para a elaboração de novos desafios ou fases para o jogo digital ZUM, cuja fase inicial encontra-se disponibilizada para download pelo *link*: <https://github.com/jessicamartins27/JOGO-ZUM.git>. O jogo tem como personagem um aparelho celular. O objetivo básico é que o Zum consiga escapar do vilão, Gaiola, que remete a Gaiola de Faraday. A medida que o ZUM avança sobre o cenário ele deverá coletar o maior número possível de fótons, já que eles impedem que sua bateria descarregue, e assim seja capturado pelo vilão. No cenário encontrasse vários obstáculos como caixas de madeira, metal, vidro além de recipientes com água e painéis solares que permitem o acionamento de pontes, liberando a passagem do personagem. Para destruir as caixas e aquecer a água o jogador deve selecionar a antena, de acordo com o material que queira destruir, afim de que seja emitido uma onda que faça o material entrar em ressonância.

Está se iniciou com as atividades extraclasse, em que os estudantes jogaram o Jogo Zum e responderam algumas questões (Apêndice A) afim de verificar se eles conseguiriam fazer a relação do jogo com o conteúdo apresentado nas aulas anteriores. Em sala a discussão das questões aconteceram com a formação de grupos, divididos pelo professor, que posteriormente encerrou a discussão com explicações sobre as questões discutidas e também sobre Fóton, Painel Solar e funcionamento do micro-ondas. (Apêndice G)

Na aula seguinte a professora realizou o experimento “Celular fora de área” com os materiais e procedimentos estão apresentados a seguir:

### ***Materiais utilizados***

- Dois aparelhos celular.
- Um pedaço grande de papel alumínio.

### ***Procedimentos experimentais***

- A professora fez a ligação para o outro celular mostrando os estudantes que a chamada é recebida normalmente.
- Em seguida embrulhou um dos celulares no papel alumínio e volta a fazer a ligação. Verificou-se que após o procedimento o celular não dá sinal.

Após o experimento os estudantes pesquisaram extraclasse o motivo do não funcionamento do celular que deverá ser apresentado na aula seguinte. Em seguida continuaram desenvolvendo o roteiro para o jogo.

Na oitava aula presencial, os estudantes apresentaram suas respostas sobre a possível explicação do experimento para a turma e encerrando com a explicação do professor sobre a atividade experimental, levando em consideração as colocações apresentadas pelos estudantes (Apêndice G).

Na nona e décima aula os estudantes, ainda em grupo, apresentaram o roteiro do jogo para a turma. Caso o professor perceba a necessidade de mais uma aula para elaboração do roteiro, ele pode acrescentar mais uma aula antes das apresentações dos roteiros pelos grupos. Na última aula os estudantes responderam um questionário afim de identificar o ponto de vista dos estudantes sobre alguns aspectos do trabalho. (Apêndice H)

Todas as aulas foram registradas em áudio e vídeo para posterior análise. As postagens dos estudantes na plataforma Moodle e Google drive também, assim como as conversas do WhatsApp fazem parte dos registros analisados.

O foco das análises dos registros realizou-se sobre os seguintes aspectos: Que indícios de mudanças atitudinais foi possível perceber durante o processo de ensino-aprendizagem? Como e quando esses indícios de mudanças atitudinais foram percebidos? Quais aspectos negativos/positivos foram observados durante o uso do jogo digital para a aprendizagem de Ondas? Como e quando esses aspectos se manifestaram? Quais indícios de aprendizagem sobre ondulatória foi identificada com a utilização e criação de novas fases do Jogo ZUM?

A seleção e análise do material levou em consideração as técnicas abordadas na análise de conteúdo de Bardin (1997). As hipóteses para análise são:

- Os estudantes podem aprender com a utilização do jogo ZUM.
- Os estudantes produziram roteiros relacionando os conceitos estudados, mas também a partir de situações presentes em seu cotidiano.

Os objetivos relacionados são

- Identificar indícios de aprendizagem.
- Observar mudanças comportamentais.
- Identificar aspectos positivos/negativos com a utilização e criação de novas fases do jogo Zum.
- Identificar a posição dos estudantes em relação a esses aspectos e sobre a sequência didática.

Como a pesquisa foi realizada em duas turmas em períodos diferentes, a análise de cada aplicação obteve um *corpus* diferente que será descrito no detalhamento de cada aplicação. Para fim do posicionamento, as turmas serão denominadas de Turma I, quando se referir a primeira aplicação e Turma II quando se referir a segunda aplicação do projeto.

A referenciação dos índices adotados foram: conhecimento sobre jogos digitais, comportamento dos estudantes, identificação dos conceitos pelos estudantes e percepções sobre a sequência do jogo. Os indicadores colocados foram os elementos presentes no texto.

A inferência realizada levará em conta dois polos de análise: o emissor, que nesta pesquisa serão os estudantes, e a mensagem, todo conteúdo presente no material selecionado para análise. Para Bardin (1997), o primeiro pode ser um único

indivíduo ou um grupo que produz a mensagem, já o segundo seria a própria mensagem do indivíduo, indispensável para a análise de conteúdo.

Para identificar os estudantes, assegurando o anonimato dos mesmos, será utilizada a letra A acompanhada de um número, como por exemplo, aluno A1. A numeração atribuída a cada estudante foi determinada em relação a lista de chamada, de forma que apenas o professor pudesse identificá-los. A identificação do professor nas transcrições, será feita através da letra P maiúscula, acompanhada do número 1. A definição e montagem dos grupos foi realizada pelo professor e ao longo da análise. Ao se referir a eles adoraremos o código, Grupo I, Grupo II, Grupo III, Grupo IV e Grupo V, conforme a quantidade de grupos organizados em cada aplicação.

Em seguida iremos apresentar os resultados e uma análise realizada da primeira aplicação, em 2016. Em sequência, faremos o mesmo para a segunda aplicação, em 2017. Por fim, serão confrontados aspectos comuns e divergentes que foram identificados em ambas as aplicações, sempre tomando por base os focos de análise da pesquisa.

## **5.2 Grelhas de Análise.**

As grelhas de análise foram construídas utilizando os critérios de categorização temática, que leva em consideração a classificação das palavras conforme o tema colocado (Bardin, 1997). Elas foram construídas a partir do material, obtido na segunda parte da aplicação da sequência didática, a ser analisado em cada aplicação. As grelhas auxiliaram o tratamento dos resultados e análises e suas estruturas serão detalhadas nas próximas seções.

## **5.3 Resultados e Análise da primeira aplicação.**

Conforme mencionado anteriormente, a primeira aplicação ocorreu com uma turma de 21 estudantes.

Na primeira aula o professor explicou de forma detalhada como seria o formato das aulas assim como a proposta da criação do roteiro do jogo. Ele também passou as instruções aos estudantes em como acessar a plataforma Moodle na qual foram cadastrados. Os estudantes utilizaram a plataforma Moodle, onde estavam as atividades extraclases e o material que seria abordado nas aulas presenciais, para

que pudessem fazer uma leitura prévia. O material foi postado pelo professor permitindo que os estudantes tivessem um prazo de seis a cinco dias para estudá-lo antes das aulas presenciais. Esse intervalo de tempo foi possível já que o professor tinha apenas uma aula por semana com a turma. Os conteúdos apresentados foram elaborados pelo professor, como uma síntese dos conceitos que seriam estudados.

Na primeira etapa, os estudantes acessaram esse material na plataforma e responderam as questões colocadas. Isso permitiu ao professor elaborar a aula presencial com enfoque nas dificuldades apresentadas. Assim o conteúdo foi trabalhado em quatro tópicos: ONDAS I, ONDAS II, ONDAS III, ONDAS IV.

Na segunda etapa, os estudantes iniciaram as atividades com o jogo ZUM. Na primeira atividade, os estudantes acessaram o material onde encontraram o link de download do jogo em seguida, deveriam gravar um vídeo jogando o jogo e responder o questionário I (Apêndice A). A medida que os estudantes jogavam o ZUM surgiu no grupo de WhatsApp da sala conversas pertinentes sobre o jogo o que permitiu a pesquisadora um novo documento de análise.

<b>Módulos</b>	<b>Nº de Acessos ao material</b>	<b>Nº de estudantes que responderam as questões</b>
<b>Ondas I</b>	13	12
<b>Ondas II</b>	16	14
<b>Ondas III</b>	7	6
<b>Ondas IV</b>	11	6
<b>Zum I</b>	7	3
<b>Zum II</b>	3	0

**Tabela 1 - Número de acessos à plataforma Moodle.**

Contudo o baixo acesso e o número de atividades realizadas (Tabela I) optou-se por uma mudança na estratégia nas aulas. O professor passou a trabalhar com atividades apenas em sala, já que a partir desse módulo os estudantes deveriam fazer as discussões em grupo para a criação do roteiro do jogo.

Na penúltima aula da segunda etapa os grupos apresentaram para a turma seus roteiros. Por fim os estudantes responderam ao Questionário final (Apêndice H).

Para esta aplicação o *corpus* da análise foi constituído pelas transcrições do Questionário I (Apêndice A), apresentações dos roteiros do jogo, as conversas do WhatsApp e o Questionário final (Apêndice H). As transcrições foram realizadas de forma literal, mantendo as características das conversas e dos áudios. Esta aplicação foi realizada apenas com 10 aulas, a segunda etapa da sequência teve apenas 5 aulas devido ao cronograma de atividades da escola.

### **5.3.1 Resultados e análise - Grelha Conversas WhatsApp.**

O primeiro material a ser examinado foi a transcrição da conversa no WhatsApp, assim que os estudantes tiveram os primeiros contatos com o Jogo Zum. Esse material não era esperado pelo pesquisador, já que a conversa sobre o jogo ocorreu de forma espontânea por parte dos estudantes.

A grelha de análise (Quadro 1) foi montada a partir da análise categorial temática, cuja a análise foi realizada tendo como material a conversa dos estudantes no WhatsApp. Ela tem como tema a Aprendizagem com o jogo Zum, dividida em duas categorias (Jogos Digitais e Comportamento) e três subcategorias (Linguagem técnica, Disputa e Troca de Experiências). A escolha das categorias e subcategorias (abreviados, respectivamente por CAT. e SUBCAT.) levou em consideração a referência dos índices: conhecimento sobre jogos digitais, comportamento dos estudantes. Os indicadores (abreviado como IND.), nesta análise, são os elementos pertinentes encontrados no material de análise, sejam essas palavras ou pequenos trechos. Os trechos e palavras selecionados são as unidades de registro (abreviado por UNID. DE REGISTRO), que foram destacados das unidades de contexto, que são trechos relevantes das postagens no WhatsApp.

A montagem da grelha de análise permitiu fazer as inferências para interpretação dos resultados, afim de ressaltar o sentido das mensagens que possam estar omitidos.



			pra vc conseguir  tem uma	<b>a bateria</b> do bicho rápido demais" A6"kkkkkk" A3"kkkk mas roda no celular deve ser mais fácil de joga no celular" A6" também não tenho celular kkkk" A3" Pq toda hora c tem q ir no inventario e selecionar uma arminha de frequência diferente para quebrar cada tipo de material <b>pra vc conseguir</b> e até subir com o mouse lá em cima"
--	--	--	---------------------------------	--

Quadro 1 - Grelha de análise I – 1ªAplicação.

Pode-se verificar no Quadro 1 alguns estudantes ao longo da conversa usaram termos utilizados por profissionais de jogos e jogadores, como: fraps, jogabilidade, inventário e gráficos. O que demonstra um certo conhecimento de alguns estudantes no que se refere a Jogos Digitais.

Quanto ao comportamento, verificou-se a Disputa, manifestada pelas unidades de registro, os termos provocativos como: “*Aprende aí*”, “*ainda eh*”, “*recorde*”, “*sinta*”, “*para você*”, o que demonstra uma certa disputa entre os estudantes para ver quem teria um recorde maior no jogo. Esse tipo de situação atua como agente motivador para que eles joguem o jogo sugerido pelo professor.

Em relação à Troca de Experiências, apesar da disputa ocorrida entre eles, as conversas demonstraram também uma troca de experiências, com relatos de como efetuar passagem de obstáculos, observações sobre o jogo e instruções de como jogar de uma maneira mais fácil. Essa troca de experiências entre os estudantes é importante para o processo de aprendizagem dos indivíduos.

### 5.3.2 Resultados e análise - Grelha Conversas Questionário.

A grelha de análise (Quadro 2) foi montada a partir da análise categorial temática, o material analisado foram as transcrições respostas obtidas pelo Questionário I (Apêndice A). Ela tem como tema, Aprendizagem como o Jogo Digital ZUM, dividida em uma categoria (Fenômenos Físicos presentes no Jogo) e três subcategorias (Ressonância Energia destrutiva, ressonância energia de aquecimento e o reconhecimento das transformações de energia). As duas

primeiras subcategorias levam em consideração duas situações no jogo que aborda o fenômeno de ressonância, uma delas é a destruição das caixas e taças e a segunda seria o aquecimento da água para o acionamento da ponte. A escolha das categorias e subcategorias (abreviados, respectivamente por CAT. e SUBCAT.) levou em consideração a referenciação do índice: identificação dos conceitos pelos estudantes. Os indicadores (abreviado por IND.), nesta análise, são os elementos pertinentes encontrado no material de análise, sejam essas palavras ou pequenos trechos. Os trechos e palavras selecionados são as unidades de registro (abreviado por UN. REGISTRO), que foram destacados das unidades de contexto, que constituí o material transcrito ou parte dele. A montagem da grelha de análise permitiu fazer as inferências para interpretação dos resultados, afim de ressaltar o sentido das mensagens que possam estar ocultos.

QUESTIONÁRIO I – SOBRE O JOGO – 1ª APLICAÇÃO				
TEMA	CAT.	SUBCAT.	IND./ UN. DE REGISTRO	UNIDADES DE CONTEXTO
APRENDIZAGEM COM O JOGO DIGITAL - ZUM	Fenômenos Físicos presentes no JOGO	Ressonância- Energia destrutiva	Ressonância Frequência Fenômeno	" <b>Ressonância</b> é o <b>fenômeno</b> relacionado a destruição das caixas no jogo" A <b>frequência</b> emitida é igual a do objeto?!" [...]" A <b>frequência</b> emitida não tem que ser igual a do objeto?!" "O <b>fenômeno</b> é a <b>ressonância</b> ." "A questão um a gente errou." "O <b>fenômeno</b> é o da <b>ressonância</b> no qual ele emite uma onda com <b>frequência</b> bem próxima a <b>frequência</b> natural do objeto."
		Ressonância - Energia de aquecimento	Aproximação da frequência emitida Frequência da luz acione emite	"A <b>aproximação da frequência</b> da água e da <b>frequência emitida</b> que move a água e faz a ponte descer." [...] " Que ela está sendo aquecida, ebulição e move a ponte." "A <b>frequência da luz</b> faz o painel fotovoltaico se <b>acione</b> a ponte. E o movimento da ponte tá relacionado com a <b>frequência</b> ."

			<p>carrega a bateria</p> <p>absorve a energia</p> <p>transforma</p> <p>por causa da frequência</p> <p>transformava energia</p> <p>transfere energia</p>	<p>"O celular <b>emite</b> a luz, que <b>carrega a bateria e aciona</b> a ponte. O painel <b>absorve a energia e transforma</b> em energia para descer a ponte. [...] " Aqueceu <b>por causa da frequência.</b>"</p> <p>"A peça <b>transformava energia</b> e acionava a ponte e proporcionava a ela um meio para se propagar."</p> <p>"A <b>frequência emitida transfere energia</b> suficiente para mudar o estado físico da água."</p>
		Reconhecimento das transformações de energia	<p>absorve a luz</p> <p>transforma em energia</p> <p>aciona</p> <p>dão a carga</p> <p>carregar a bateria</p> <p>dar luz</p> <p>energia do fóton</p> <p>converter em energia</p> <p>recarregar a bateria</p> <p>Fóton</p>	<p>"O painel solar <b>absorve a luz</b> que é liberada da lanterninha do Zum e faz a ponte descer e os <b>fótons</b> ele pega absorve e <b>transforma em energia</b> para ele se mover"[...] "</p> <p>Converte em energia, provavelmente elétrica."</p> <p>"O painel <b>aciona</b> a ponte e os <b>fótons</b> dão a carga para a bateria."</p> <p>"A função do painel solar é absorver a luz e transformar em energia. O <b>fóton</b> serve para <b>carregar a bateria.</b>"</p> <p>"A finalidade do painel solar era <b>dar à luz</b> com base na <b>energia do fóton</b>. Não é? [...] "A finalidade do painel é pegar a luz e <b>converter em energia</b> para <b>dar energia</b> para o celularzinho que tá jogando para ele ficar pegando aqueles trenzinhos."</p> <p>"O <b>fóton</b> é responsável por <b>recarregar a bateria</b> do Zum e com ela emite luz e <b>carrega a bateria</b> da ponte faz com que ela desça permitindo sua passagem pela ponte."</p>

Quadro 2 - Grelha de análise II - 1ª Aplicação.

Este primeiro questionário (Apêndice A), com três questões sobre o jogo, deveria ter sido respondido pelos estudantes extraclasse por meio da plataforma e posteriormente discutido em sala pelo grupo, para apresentação de uma conclusão final.

Os estudantes também deveriam ter gravado um pequeno vídeo do momento em que estivessem jogando o jogo e postado na plataforma.

Porém nenhum dos estudantes gravou o vídeo e apenas três estudantes responderam as questões a saber:

- Qual fenômeno físico está relacionado com a destruição das caixas no jogo?
- Explique a relação entre o fenômeno abordado na pergunta 1 com o fenômeno que permite o acionamento da ponte?
- Relate qual a finalidade do painel solar e qual a função do fóton para o funcionamento do celular?

Um deles conseguiu responder a maior parte das questões de maneira coerente; o segundo respondeu de forma correta apenas a primeira questão e o terceiro aluno não respondeu de forma coerente nenhuma das questões propostas sobre o jogo e os conceitos inseridos.

Devido ao problema técnico ocorrido na plataforma Moodle, a maior parte dos dados foi perdida. Ainda devido a pequena quantidade de respostas postadas antes da aula presencial, não foi possível fazer uma análise comparativa das respostas obtidas extraclasse e em sala.

Essa baixa adesão dos estudantes em relação ao uso da plataforma Moodle parece revelar que esse recurso tecnológico não faz parte da sua cultura digital, ou não é considerada uma forma atrativa de comunicação pelos estudantes. Nesse sentido, deve-se enfatizar que, apesar de constituírem sujeitos nativos digitais, a abrangência ou profundidade de conhecimentos em tecnologias digitais ainda é questionável.

Nota-se que de acordo com a grelha de análise as unidades de registro evidenciam que dos cinco grupos apresentados, quatro deles conseguiram relacionar o fenômeno da ressonância com a destruição das caixas no jogo por meio de relatos explícitos, ou explicando o fenômeno. Apenas um dos grupos não apresentou a resposta dessa questão à classe, pois relataram que haviam errado a resposta. Este mesmo grupo revelou que ninguém havia jogado o Jogo Zum.

Em relação ao reconhecimento do fenômeno de ressonância em relação a energia de aquecimento, destaca-se a seguinte unidade de contexto do Grupo I: *“A aproximação da frequência da água e da frequência emitida que move a água e faz a ponte descer.” [...] “Que ela está sendo aquecida, ebulição e move a ponte.”*

A relação com da ressonância é apontada, apesar de a ideia apresentada estar um pouco confusa. Porém, o grupo não enuncia explicitamente o fenômeno da ressonância, apesar da parcial descrição.

O grupo II responde: *“a frequência da luz faz o painel fotovoltaico acione a ponte. E o movimento da ponte tá relacionado com a frequência.”*. Este grupo refere-se a um segundo instrumento colocado no jogo para o acionamento da ponte, que envolve a transformação de energia luminosa em energia elétrica, através de um painel fotovoltaico, utilizada para o acionamento da ponte. Contudo o grupo não aponta o fenômeno de ressonância relacionado ao acionamento da ponte através do aquecimento da água.

O Grupo III responde: *“O celular emite a luz, que carrega a bateria e aciona ponte.”*, *“O painel absorve a energia e transforma em energia para descer a ponte”*, *“Aqueceu por causa da frequência”*.

Percebe-se que o grupo aponta a transformação de energia existente em um dos dispositivos de acionamento da ponte (painel fotovoltaico) e após serem questionados pelo professor sobre o outro dispositivo utilizado para descer ponte (aquecimento do recipiente de água), eles relatam que o aquecimento da água está relacionado com a frequência. No entanto, a associação ao conceito de ressonância não fica claramente colocado pelos estudantes.

A unidade de contexto da resposta do Grupo V: *“A frequência emitida transfere energia suficiente para mudar o estado da água.”*

Apesar de relacionar a frequência ao aquecimento da água, eles não explicitam o conceito de ressonância como o responsável por seu aquecimento.

Diante das unidades de contexto referente as respostas dos estudantes, percebe que alguns grupos não fazem a relação com o fenômeno da ressonância no aquecimento da água que promove o acionamento da ponte. Porém todos os grupos relacionam a situação do jogo com frequência da onda.

As transcrições de cada grupo abaixo realizadas, são as unidades de contexto que foram utilizadas para observar o entendimento pelo aluno das transformações de energia que acontece ao longo do jogo. Como a transformação

da energia eletromagnética (dos fótons) em energia química na bateria do celular, transformação da energia luminosa em energia elétrica no painel solar fotovoltaico, transformação da energia elétrica do dispositivo de acionamento da ponte em energia mecânica do movimento.

Grupo I: “O painel solar absorve a luz que é liberada da lanterninha do Zum e faz a ponte descer e os fótons ele pega absorve e transforma em energia para ele se mover.” [...] “Converte em energia, provavelmente elétrica”.

O grupo aponta a existência da transformação de energia na absorção do fóton pelo celular, assim como na transformação que gera o movimento da ponte. Os termos “Converte em energia” e “transforma em energia”, explicita essa inferência.

Grupo II: “O painel aciona a ponte e os fótons dão carga para a bateria.”

A explicação do que acontece no jogo é apontada, contudo a transformação de energia não é explicitada pelos estudantes. O que possivelmente mostra que a concepção de transformação de energia utilizada no jogo não tenha sido assimilada ou compreendida.

Grupo III: “A função do painel solar é absorver luz e transformar em energia. O fóton serve para carregar a bateria.”

A utilização dos fótons para o carregamento da bateria fica claro pelos estudantes, contudo a transformação de energia é apontada somente no funcionamento do painel solar.

Grupo IV: “A finalidade do painel solar é pegar a luz e converter em energia para dar energia para o celularzinho que jogando para ele fica pegando aqueles trenzinhos.”

A resposta apontada pelo grupo possivelmente foi formulada segundo a respostas dos outros grupos, por demonstrar incoerência na explicação. O que deixa claro, mais uma vez, que os estudantes não jogaram o jogo e não sabiam do que se tratava a discussão feita em sala. A turma os corrigiu quando mencionam os fótons como “trenzinhos”.

Grupo V: “O fóton é responsável por recarregar a bateria do Zum e com ela emite luz e carrega a bateria da ponte, faz com que ela desça permitindo sua passagem pela ponte.”

Este grupo novamente consegue explicar o que acontece no jogo, porém a transformação de energia existente não é apontada como consequência dos processos.

### **5.3.3 Resultados e análise – Grelha Roteiros.**

O penúltimo documento analisado foi a transcrição das apresentações dos roteiros elaborados pelos grupos. Os slides elaborados por cada grupo foram colocados no Anexo I.

Foi montada uma grelha de análise para cada grupo, conforme a análise categorial temática cujo tema é Aprendizagem – Jogo Digital Zum. Elas foram divididas em três categorias (conceitos físicos, termos técnicos e relação com o cotidiano) que levam em conta a utilização de conceitos físicos pelos estudantes no roteiro apresentado, os termos técnicos utilizados por jogadores e especialistas do ramo de jogos, assim como a relação com situações do cotidiano que foram colocadas no roteiro. A escolha das categorias (Abreviada por CAT.) também levou em consideração a referência dos índices: conhecimento sobre jogos digitais, comportamento dos estudantes e identificação dos conceitos pelos estudantes.

Os indicadores (Abreviados por IND.), nesta análise, são os elementos pertinentes encontrados no material de análise, sejam essas palavras ou pequenos trechos. Os trechos e palavras selecionados são as unidades de registro (Abreviados por UN. REGISTRO), que foram destacados das unidades de contexto, que constituíram o material transcrito ou parte dele. A montagem da grelha de análise, apresentadas a seguir, permitiu fazer as inferências para interpretação dos resultados, a fim de ressaltar o sentido das mensagens que possam estar omitidas.

GRELHA - APRESENTAÇÃO DOS ROTEIROS - GRUPO I – 1ª APLICAÇÃO			
TEMA	CATEGORIA	IND./ UN. DE REGISTRO	UNIDADES DE CONTEXTO
APRENDIZAGEM - JOGO DIGITAL - ZUM - Roteiro	Conceitos Físicos	Frequência Fóton	<p>[...] quem vai adivinhar esse cara aí o? Yes Heisenberg!"[...]</p> <p>"Com isso o grande físico teórico começa a perseguir o pequeno zum com lançador de papel alumínio que impediria a penetração de certas <b>frequências</b> tornando o aparelhinho inútil." P1"Dê certas frequências ou de todas"? [...] "eu creio que é todas"</p> <p>"Agora a <b>ambientação</b>, o lugar, por ser uma fortaleza com castelo em cima, ambientação seria semelhante ao <b>castelo do Browser do super Mario Bros.</b>"</p>
	Termos Técnicos	Ambientação Cartunizado Upgrades Otimizado	<p>"Durante as perseguições o padrão de lançamento seria baixo aí teria que por lá, média... O padrão do lançamento seria baixo, médio e alto. Ao ser pego o zum perderia 15% da bateria, porque achei um número justo. A transição de fazer correr ao chegar aos 50 metros da fase da gaiola[...]</p> <p>" ... Aí o zum precisava se manter quando o Heisenberg se posicionasse naquela corridinha. Pode ser <b>cartunizado</b>, teria que ser."[...]"É o Heisenberg em desenho, ou se bota lá a imagem dele lançando coisas em pixels lá com ele sorrindo em 2d..."</p> <p>"Aí, nos <b>upgrades</b> a gente faria</p>

	Relação com o cotidiano	Castelo do Browser do Super Mario	algumas correções porque tá precisando tipo: cada <b>fóton</b> forneceria 0,5 ao invés da minúscula quantidade que fornece atualmente, porque você coleta é mesma coisa que ficar sem coletar, é melhor ficar sem coletar. Novos obstáculos e até novas frequências. E um menu mais bonito sabe, mais chamativo, não é aquela coisa de botões rosa num fundo azul... mais chamativo e mais <b>otimizado</b> que não trava."
--	-------------------------	-----------------------------------	---

Quadro 3 - Grelha de Análise - Apresentação Roteiros - Grupo I

GRELHA - APRESENTAÇÃO DOS ROTEIROS - GRUPO II – 1ª APLICAÇÃO			
TEMA	CATEGORIA	IND./UN. DE REGISTRO	UNIDADES DE CONTEXTO
APRENDIZAGEM - JOGO DIGITAL - ZUM - Roteiro	Conceitos Físicos	Frequências Ressonância Energia	<p>[...] poderia destruir asteroides por meio de <b>frequências</b> emitidas. A destruição dos asteroides deve ocorrer por meio do processo de <b>ressonância</b>.</p> <p>[...] os inimigos dos personagens poderia ser <b>roteadores WI-FI</b>, no qual a proximidade dos mesmos resultaria em um maior gasto de energia, já que este ocorre em celulares reais (a conexão Wi-Fi aumenta o gasto de energia).</p> <p>Possibilidade de coletar "<b>Power up</b>" (bônus) que permitam maior duração da bateria, como exemplo, uma bateria externa. Os mesmos são temporários.</p>
	Termos técnicos	Power Up	
	Elementos do Cotidiano	Roteadores Wi-Fi	

Quadro 4 - Grelha de Análise - Apresentação Roteiros - Grupo II.

GRELHA- APRESENTAÇÃO DOS ROTEIROS - GRUPO III – 1ª APLICAÇÃO			
TEMA	CATEGORIA	IND./UN. DE REGISTRO	UNIDADES DE CONTEXTO
APRENDIZAGEM - JOGO DIGITAL - ZUM - Roteiro	Conceitos Físicos	<p>Frequência Ressonância Energia Energia eletromagnética</p> <p>Transformação de energia Gaiola de Faraday</p>	<p>"Para as próximas fases, o personagem ZUM, irá utilizar as antenas já existentes no jogo para produzir uma <b>frequência</b> para a vibração de uma lâmina, a qual irá cortar uma corda que sustenta uma ponte... Na <b>ressonância</b> muitas vezes a <b>frequência</b> chega a <b>frequência</b> de oscilação da natureza do corpo, aumentando sua <b>energia</b> para quebrar, mas no caso da lâmina não vai ser exatamente isso. Vai chegar em um ponto que vai fazer ela vibrar horizontalmente fazendo com que ela corte, mas aí no caso se o jogador confundir e quebrar a única saída vai ser pular na pista."</p> <p>"Elevador, A <b>energia eletromagnética</b> proveniente da lanterna do celular, produzirá <b>energia</b> para um elevador, fazendo com que ele desça para outro ambiente, que seria uma mina. Que a gente pensou no caso uma mina, porque o jogo já tem o fato de transformar luz direta em <b>energia</b> para descer a ponte. A gente pensou em usar esse tipo de <b>transformação de energia</b> para o <b>elevador</b> para ele ir para próxima fase."</p> <p>"[...] outro ambiente, então a gente pensou na mina, no caso vinha aqui, pulava, transformava a luz em energia e fazia com que o elevador descesse. [...]"</p>
	Termos técnicos	Upgrade	<p>"A mina possui explosivos no chão. O personagem terá que pular, para não causar uma explosão... Essa parte dessa nova fase, Zum</p>

	Elementos do Cotidiano	Microfone Vagonetas Elevador Smartphone	<p>irá se transportar em <b>vagonetas</b>. Nelas ele terá que usar seus instrumentos de <b>frequência</b> para destruir as caixas em seu caminho."</p> <p>" Postos de carregamento, ao longo do caminho, a cada 45 metros, estarão presentes postos para o personagem recarregar sua energia em 20%, fazendo - a durar por mais tempo. A gente achou que a energia tava acabando muito rápido e a gente pensou 45 m é uma distância até mais ou menos..."</p> <p>"Ao percorrer o caminho, outra personagem chamada ZUMA, um outro celular, aparecerá. Ela ligará para Zum, o que atrapalhará seu desempenho. O personagem então deverá acionar uma cápsula metálica que irá sair do chão e atrasá-lo um pouco. Essa seria a Gaiola de Faraday. A gente pensou que seria legal trazer uma outra personagem, porque não uma namoradinha para o zum né?!"</p> <p>O jogador irá usar um <b>microfone</b> do meio onde estiver jogando, para produzir um som vocal, que alcançará uma frequência próxima a de garrafas ou outros objetos de cristal existentes no jogo. Utilizando o princípio da <b>ressonância</b> também"</p> <p>"Ao longo do jogo, haverá caixas premiadas em meio as outras, que ao serem destruídas proporcionarão itens para um <b>upgrade</b> na próxima fase do jogo. Onde, Zum se tornará um smartzphone. O smartzum."</p>
--	------------------------	--	---

Quadro 5 - Grelha de Análise - Apresentação Roteiros - Grupo III.

GRELHA - APRESENTAÇÃO DOS ROTEIROS - GRUPO IV – 1ª APLICAÇÃO			
TEMA	CATEGORIA	IND./UN. DE REGISTRO	UNIDADES DE CONTEXTO
APRENDIZAGEM - JOGO DIGITAL - ZUM - Roteiro	Conceitos Físicos	Ondas Sonoras	<p>"Assim, devido ao sucesso que nossa ideia tinha feito, alguns decidiram plagiar..."</p> <p>"Uma nova arma porque o um vai ter a possibilidade de desenvolver essa arma, que vai emitir onda sonora. [...]"</p> <p>"O personagem principal deverá recolher "pedaços" (como se fossem os elétrons do jogo) para montar uma arma, a qual é capaz de disparar <b>ondas sonoras</b> (tridimensionais)</p> <p>"O vilão deverá ser morto, pois lança no zum folhas de papel alumínio, ocasionando a morte do personagem"</p> <p>"No contexto, "Dr. Vidro" prepara uma armadilha para que "Zum " entre em sua sala e seja atingido por papéis alumínio, mas o mesmo recebe uma mensagem (que aparecerá no jogo) e se prepara recolhendo pedaços para desenvolver uma arma, a qual emite onda sonora, sendo capaz de destruir o "Dr. Vidro", para que dessa forma o personagem sobreviva e consiga prosseguir para novas fases."</p>
	Termos técnicos	—	
	Elementos do Cotidiano	—	

Quadro 6 - Grelha de Análise - Apresentação Roteiros - Grupo IV.

GRELHA- APRESENTAÇÃO DOS ROTEIROS - GRUPO V – 1ª APLICAÇÃO			
TEMA	CATEGORIA	IND./UN. DE REGISTRO	UNIDADES DE CONTEXTO
APRENDIZAGEM - JOGO DIGITAL - ZUM - Roteiro	Conceitos Físicos	Fóton Energia Solar Ressonância	<p>"Um novo personagem para poder ajudar o Zum né, coitado mano... Sair catando <b>fóton</b> por aí. Aí o que a gente pensou: um <b>carregador portátil</b>. Agora cê pensa, que coisa mais foda, um <b>carregador portátil</b> que carrega com <b>energia solar</b>? Sim existe, vocês podem achar que não mais existe... eu ia comprar um...."</p> <p>"no caso esse novo personagem ele, vai tá no final da primeira fase. Já que a gente tá projetando a segunda fase né. No final da primeira fase a gente desbloqueia o novo personagem que vai se encontrar dentro de uma gaiola de vidro. Ai através do processo de <b>ressonância</b> a gente... " A1 "Cristal"</p> <p>"O <b>carregador portátil</b> tem algumas características específicas. Quais são? No caso, o fato de ele carregar por <b>energia solar</b>, né. Que aí você não vai precisar caçando fótons e tal. Aí uma proposta de <b>ambientação</b> vai ser um pouco útil. Que no caso a gente vai colocar uma alternância entre dias e noites."</p> <p>"Durante a noite... Aí com a <b>bateria</b> acumulando no <b>carregador portátil</b> durante o dia, ele vai conseguir passar a fase durante a noite. Aí mais ou menos uma sobrevivência... Lutando para conseguir um lugar no mundo... É isso gente..."</p> <p>"Aí no caso durante as noites não vai ter, a existência... O spa de fótons... não vai nascer os fótonzinhos"</p>
	Termos técnicos	Ambientação	
	Elementos do Cotidiano	Carregador Portátil Bateria	

Quadro 7 - Grelha de Análise - Apresentação Roteiros - Grupo V.

Quanto as unidades de registros apresentas nas grelhas, observou-se que dos cinco grupos apenas o Grupo IV apresentou um único conceito físico estudado em seu roteiro, os demais apresentaram mais de dois conceitos trabalhados em

sala, o que permite interpretar que esses conceitos foram de alguma maneira assimilados pelos estudantes.

A utilização dos conceitos em situações diferentes das apresentadas no jogo, e relacionadas com as atividades abordadas em sala foi verificada em alguns roteiros, como por exemplo, o uso de roteador Wifi e carregador portátil que apresenta relação com os elementos presentes no jogo e de alguma forma com a matéria abordada (Apêndice I). Porém, o Grupo III que apresentou tal relação não se interessou pelas atividades desde o início do trabalho e não conseguiu relacionar de forma coerente os conceitos físicos na elaboração do seu roteiro.

Além disso, novamente, alguns grupos se utilizaram de termos técnicos de jogos em suas explanações sobre o roteiro para a turma (upgrade, ambientação, otimizado, Power Up, cartunizado). A utilização desses termos permite considerar, novamente, a presença dos jogos digitais em seu dia a dia.

Dos cinco grupos apenas um apresentou um único conceito físico estudado em seu roteiro, os demais apresentaram mais de dois conceitos trabalhados em sala, o que permite inferir que esses conceitos foram de alguma maneira assimilados pelos estudantes. A utilização dos conceitos em situações diferentes das apresentadas no jogo, e relacionadas com as atividades abordadas em sala foram verificadas em alguns roteiros. Além disso novamente, alguns grupos se utilizaram de termos técnicos de jogos em suas explanações sobre o roteiro para a turma. A utilização desses termos permite considerar, novamente, a presença dos jogos digitais em seu dia a dia.

### **5.3.4 Resultados e análise – Grelha Questionário final.**

Após as apresentações dos roteiros, com o objetivo de verificar a opinião dos estudantes e a suas observações em relação ao trabalho desenvolvido e seus aspectos da utilização e elaboração de novas fases do jogo foi aplicado um questionário final (Apêndice H). Ele aplicado em sala, e as questões foram colocadas de maneira que os estudantes ficassem livres em responder.

Esta última grelha (Quadro 8) foi montada utilizando-se da transcrição do Questionário final (Apêndice H). O tema foi Percepções com a utilização da sequência didática, dividida em duas categorias (metodologia e comportamento). A primeira foi dividida em duas subcategorias (utilização do jogo e utilização da

plataforma) e a segunda em três subcategorias (participação no projeto e comportamento do colega; compunham a segunda categoria). A categorização e subcategorização (abreviadas respectivamente, por CAT. e SUBCAT) levou em consideração a referência dos índices: comportamento dos estudantes e percepções sobre a sequência. A análise considerou os indicadores (abreviado por IND.) como sendo os elementos pertinentes encontrados no material, sejam palavras ou pequenos trechos. Estes trechos ou palavras são as unidades de registros, que foram retirados das unidades de contextos, que é a parte do texto analisado que permite compreender melhor a unidade de registro. A montagem da grelha possibilitou fazer inferências que levaram as interpretações dos resultados, buscando evidências mensagens omitidas pelo emissor.

TRANSCRIÇÃO QUESTIONÁRIO FINAL – 1ª APLICAÇÃO				
TEMA	CATEGORIA	SUBCAT.	IND./ UN. DE REGISTRO	UNIDADES DE CONTEXTO
Percepções com a utilização da sequência didática	Sequência didática	Utilização do Jogo	legal	<p>“Eu achei <b>legal</b>. Mas os aspectos positivos: é uma <b>maneira diferente mais interativa</b> da gente aprender. Aspectos negativos: O jogo era <b>muito fácil</b>.”</p> <p>P1: “Mas o que você achou dos conceitos que o jogo trabalhou? Deu para entender?”</p> <p>“<b>Só sei</b> o que é ressonância <b>por causa do jogo</b>”</p> <p>“Eu também”</p> <p>“Eu também”</p>
			maneira diferente	
			mais interativa	
			Muito fácil	
			Por causa do jogo	
			Só sei	
			Melhor que	<p>“<b>Melhor que</b> o Professor <b>Bem melhor</b> aprender como o jogo”</p> <p>P1: “Mas porque era melhor? ” <b>Mais dinâmico</b>”</p> <p>“<b>Muito mais fácil</b>” “Porque <b>não tem só teoria</b> na sala de aula. Professor só falando e você ouvindo.”</p>
			Bem melhor	
			Mais dinâmico	
			Muito mais fácil	
			Não tem só teoria	
			estava no jogo eu aprendi	<p>“ajudou a gravar a matéria”</p> <p>“Foi excelente”</p>

				"Só sei o que é ressonância por causa do jogo" "Tudo que <b>estava no jogo eu aprendi</b> "
		Utilização da Plataforma	Sem internet Internet Fechava antes	"Quando eu acessei tinha vezes que fechava meia noite e dez horas já estava fechado." " A gente ficava <b>sem internet</b> " " A manutenção da <b>internet</b> " " <b>Fechava antes</b> da hora"
	Comportamento	Participação no Projeto	Revisar a matéria	" <b>Nada</b> " " a gente teve que <b>revisar a matéria</b> , sabe, para saber o que gente tinha que acrescentar. Só <b>aprendeu a revisar</b> a matéria" "Só dependia da <b>criatividade.</b> " " Na elaboração a gente <b>revisou</b> até energia potencial gravitacional"
			Nada Aprendeu a revisar Criatividade Revisou	
		Comportamento do Colega	mesmas respostas não tenho paciência	"Ele me mostrou que <b>não tenho paciência</b> " "As <b>mesmas respostas</b> "
			eu fiquei surpreso ela não deu conta Fosse capaz de gravar mandou o áudio errado Vocês se superaram não fez nada	"Eu pensei que a A15 <b>fosse capaz de gravar</b> um áudio, e ter no celular, mas ela não conseguir, <b>eu fiquei surpreso</b> que <b>ela não deu conta</b> de fazer isso." "Eu fiquei surpreso. Quando a pessoa é muito mão de vaca a colega é mão de vaca até para espaço no celular porque foi só ela me mandar o áudio ela apagou áudio, <b>aí mandou o áudio errado.</b> " " Eu acreditava que vocês eram bons, mas <b>vocês se superaram.</b> " " A A20 <b>não fez nada.</b> Ela copiou o que eu escrevi."

### Quadro 8 - Grelha de análise III.

Diante da análise da grelha elaborada (Quadro 8), percebe-se que os estudantes consideram esse tipo de abordagem uma maneira mais interativa e mais fácil de aprender um conteúdo, sem que a aula fosse meramente expositiva, com explanação apenas da professora. O único aspecto negativo colocado pelos estudantes, em relação ao jogo, foi em relação ao grau de dificuldade de o jogo não ser elevada.

Quando a pergunta específica apresentada (Em que outros aspectos você acha que o trabalho de desenvolvimento do Jogo contribuiu para a sua formação?), que demandava uma reflexão do estudante, para que percebesse quais contribuições que os desenvolvimentos do roteiro do jogo permitiam para sua formação, eles tiveram dificuldades para responder. Esse fato demonstra que o processo metacognitivo (o gerenciamento consciente de sua própria aprendizagem) ainda é um aspecto a ser melhor trabalhado.

Em relação a pergunta específica apresentada (Algun colega de grupo ou da sala te surpreendeu durante o desenvolvimento do trabalho? De que forma?), a maior parte das unidades de registros apresentadas na grelha, refere-se ao não cumprimento de uma solicitação do grupo, ou uma realização incorreta de alguma tarefa pelo colega. Entretanto, uma aluna colocou que seus colegas realizaram as atividades de elaboração do roteiro de forma impressionante, superando sua expectativa em relação ao grupo. Essa colocação foi feita por uma aluna que compunha o grupo, que apresentou o roteiro melhor elaborado.

A discussão de fechamento do trabalho, sobre os roteiros criados, não foi concluída, pois as aulas seguintes foram utilizadas para o desenvolvimento de projetos internos da escola e para aulas de recuperação do conteúdo, atendendo o cronograma de atividades da escola.

#### **5.4 Resultados e Análise da segunda aplicação.**

A primeira aplicação ocorreu a uma turma de 12 estudantes, no ano de 2017, conforme mencionado anteriormente.

Novamente o professor explicou de forma detalhada como seria o formato das aulas assim como a proposta da criação do roteiro do jogo.

Optou-se pela mudança do recurso utilizado para o acesso do material. Ao invés da plataforma Moodle, foi utilizado o email da turma. Nele foram enviados o material de estudo assim como o link com as atividades que foram colocadas no Google Drive. A alteração foi feita levando em consideração a primeira aplicação e também a sugestão dos estudantes da turma em utilizar esse recurso que eles já possuíam para a comunicação com os professores.

Da mesma maneira, o material foi enviado pelo professor permitindo que os estudantes tivessem um prazo de seis a cinco dias para estudá-lo antes das aulas presenciais. Esse intervalo de tempo foi possível já que o professor tinha apenas uma aula por semana com a turma. Os conteúdos apresentados foram elaborados pelo professor, como uma síntese dos conceitos que seriam estudados.

Na primeira etapa, os estudantes acessaram esse material no email e responderam as questões colocadas no Google Drive. Isso permitiu ao professor elaborar a aula presencial com enfoque nas dificuldades apresentadas. Assim o conteúdo foi trabalhado em quatro tópicos: ONDAS I, ONDAS II, ONDAS III, ONDAS IV.

Na segunda etapa, os estudantes iniciaram as atividades com o jogo ZUM. A primeira atividade, proposta no email enviado para a turma, era que eles deveriam gravar um vídeo no momento em que estivessem jogando o jogo Zum. Em seguida, deveriam responder ao questionário sobre algumas questões apresentadas no jogo. (Apêndice A)

Apesar da mudança no recurso utilizado, a tabela 5 revela uma queda na quantidade de estudantes que realizavam as atividades sugeridas. Porém a partir do segundo módulo esse número permanece fixo.

<b>Módulos</b>	<b>Nº de estudantes que responderam as questões</b>
<b>Ondas I</b>	12
<b>Ondas II</b>	7
<b>Ondas III</b>	7
<b>Ondas IV</b>	7
<b>Zum I</b>	7
<b>Zum II</b>	7

**Tabela 2 - Número de estudantes que realizaram as atividades.**

Para esta aplicação o *corpus* da análise foi constituído pelas transcrições do Questionário I (Apêndice A), apresentações dos roteiros do jogo, do vídeo com os estudantes jogando o jogo ZUM e do Questionário final (Apêndice H). As transcrições foram realizadas de forma literal, mantendo as características das conversas e dos áudios.

O primeiro material a ser examinado foi a transcrição das conversas nos vídeos dos estudantes jogando o jogo. Dos doze estudantes da turma, seis estudantes enviaram o vídeo com as imagens de momentos nos quais estavam jogando um jogo.

A maior parte dos estudantes ficaram jogando sem olhar em direção a câmera e sem exibir grandes reações. Em um dos vídeos, estavam duas alunas, uma filmando a outra, o que proporcionou um pequeno diálogo.

#### **5.4.1 Resultados e análise - Grelha Vídeo Jogando Jogo ZUM.**

As grelhas (Quadros 9 e 10) foram montadas apenas com as transcrições das gravações que continha falas. Elas foram feitas a partir da análise categorial temática, com o tema a Aprendizagem com o jogo Zum, dividida em duas categorias (Expressões e Comportamentos) e três subcategorias (Surpresa/Espanto/Medo, Disputa/Incentivo e Troca de Experiências). A escolhas das categorias e subcategorias (Abreviadas, respectivamente, por CAT. e SUBCAT.) levaram em consideração a referência o índice: comportamento dos estudantes. Os indicadores (abreviado como IND.), nesta análise, são os elementos pertinentes encontrado no material de análise, sejam essas palavras ou pequenos trechos. Os trechos e palavras selecionados são as unidades de registro (abreviado por UNID. DE REGISTRO), que foram destacados das unidades de contexto, que são trechos relevantes das falas nos vídeos.

A montagem das grelhas de análise permitiu fazer as inferências para interpretação dos resultados, afim de ressaltar o sentido das mensagens que possam estar omitidos.

Transcrição vídeo – JOGANDO JOGO ZUM				
TEMA	CAT.	SUBCATEGORIA	IND./ UNI. DE REGISTRO	UNIDADES DE CONTEXTO
Aprendizagem com o Jogo Zum	Expressões	Surpresa/Espanto/Medo	Senhora da Aparecida	A3 “ <b>Senhora da Aparecida</b> , agora tá <b>escuro</b> ” A2 “E <b>gasta energia</b> você leu lá a bagaça?!” “ <b>Eu morri</b> aí porque...” A3 “Já era <b>morri</b> ... <b>Vou morrer!!!</b> Morri” “ <b>Não morri</b> não.... (risos) <b>que desespero!</b> Pode fazer esse aqui que eu <b>vou chorar</b> ” A2” Uai <b>descobre aí fia</b> ” A3 “ <b>Num sobe!</b> Porque não pula, socorro.”
			Vou morrer	
	Socorro	Descobre aí fia	Porque não pula, socorro.”	
Comportamento	Troca de Experiência	Disputa/incen- tivo	Uhull parabéns	
			lê	
			Você leu	
			Num sobe	
			Eu morri aí	
			Não é assim	
			Gasta energia	
			Como que liga	
			Tá escuro	
			Ativa	

Quadro 9 - Grelha de análise I - 2ª Aplicação.

Transcrição vídeo – JOGANDO JOGO ZUM				
TEMA	CATEGORIA	SUBCAT.	IND./UNI. REGISTRO	UNIDADES DE CONTEXTO
Aprendizagem com o Jogo Zum	Expressões	Surpresa/Espanto/Medo	Putá merda olha que bug	A2 “Você é a única pessoa que pode me libertar, agite-me para me libertar”
			Morri Professora do céu Que que eu tenho que fazer agora	A2“olá A2 meu nome é zum, você me libertou da caixa muito obrigada. Agora preciso de outro favor (risos) ajude-me a escapar deste lugar antes que a gaiola volte a me procurar. Logo adiante tem algumas explicações de como me guiar, leia com atenção e vamos lá, conto com você”
	Comportamento	Disputa		A2“Ao pressionar no modo direção a seta... (resmungo) tá...”
Trocas de Experiência				A2“Essa é a bateria do seu personagem quando ela acaba você será capturado pelo ...Nossa to com 43%. Essa é a quantidade de fótons que o zum capturou, esses fótons são usados para recarregar sua bateria, cada fóton carrega 1%...ham!!! <b>Morri!</b> ”  A2“Reiniciar jogo. Está é uma antena, que tá no botão de ação, estando equipado com uma antena, será emitida uma determinada frequência, dependendo do objeto com o qual está a frequência.... tá... foi equipando uma antena que será emitida uma determinada frequência. tá... pode ir... pode terminar”  A2“Ah tá, aí agora.... ta

				filmando?!”
				A13“uhum...”
				A2“Que <b>que eu tenho que fazer agora?!?”</b>
				A11“ <b>Putá merda!</b> ” “Mas eu não tenho! Nossa <b>olha que bug! Professora do céu! Eu não tenho o negócio!</b> ”

#### Quadro 10 - Grelha de análise II - 2ª Aplicação

Quanto ao comportamento e expressões foi possível perceber alguns momentos troca de experiências entre os estudantes, como “Eu morri aí”.

Também foi possível verificar momentos nos quais o jogo provocou algumas reações nos estudantes, quando encontravam algum obstáculo, ou quando personagem morria.

Apenas um único momento de disputa foi evidenciado em um dos vídeos no qual a unidade de registro “Aprende aí” foi apresentada. Neste episódio, percebe-se que existe a possibilidade que um deles já tivesse jogado o jogo, mas insiste de forma provocativa para que o outro estudante aprenda a superar o desafio sem seu auxílio.

Sete estudantes responderam ao questionário sobre o jogo no momento extraclasse (Apêndice A), o que possibilitou um comparativo das respostas extraclasse com as repostas apresentadas pelos grupos após discussão em sala.

Das 7 respostas, 4 conseguiram relacionar o fenômeno apresentado no jogo ao da ressonância. As outras respostas apontaram a existência da relação entre a frequência emitida pelas antenas do personagem (ZUM) com a destruição das caixas no jogo.

Já na segunda pergunta, que se refere ao acionamento da ponte através do aquecimento da água, apenas 3 estudantes responderam de forma correta ou parcialmente correta, percebendo que se tratava também do fenômeno da ressonância. As respectivas respostas estão apresentadas a seguir:

Estudante A3: *“A frequência da onda emitida é similar à frequência das águas, aquecendo-a e acionando a ponte, assim como ocorre na destruição das*

*caixas, em que a frequência emitida se assemelha à das caixas, provocando uma agitação nas moléculas que se rompem.”*

Estudante A2: *“O acionamento da ponte pela água está relacionado com a frequência emitida ser suficiente para aquecer a água abaixando a ponte.”*

Estudante A7: *“A ponte é acionada pela frequência.”*

A última questão, retratava a transformação de energia luminosa em elétrica para o acionamento da ponte e do papel do fóton no jogo. Daqueles que responderam 5 o fizeram de forma coerente ou parcialmente coerente, enquanto dois estudantes responderam equivocadamente à questão.

Estudante A8: *“O painel solar absorve a energia do celular e usa como fonte geradora do movimento da ponte, o fóton é responsável por dar energia ao celular.”*

Estudante A10: *“O painel solar serve para abaixar as pontes e os fótons estão relacionadas a bateria do celular se ela acaba o jogo acaba.”*

Estudante A5: *“Com a energia do celular o painel solar acionava uma ponte, o fóton era de fundamental importância pois recarregava a bateria do celular.”*

Estudante A3: *“A finalidade do painel solar é a conversão da energia solar diretamente em energia elétrica. Os fótons permitem que o celular tenha energia suficiente para completar o percurso.”*

Na aula presencial, na qual os estudantes deveriam discutir as questões em grupo as questões respondidas e apresentar suas respostas para a sala, a professora presenciou uma situação inesperada: aqueles estudantes, que não haviam conseguido baixar o Jogo, ou estavam com algum problema de configuração no celular foram auxiliados por seus colegas.

Durante a aula, alguns estudantes ficaram jogando enquanto discutiam em grupo sobre as questões. Eles se auxiliavam entre si, nos desafios apresentados no jogo. A interação dos estudantes com o jogo durante a aula e a troca de experiências entre eles, permitiu o professor inferir que os estudantes demonstraram curiosidade sobre o jogo e interesse em jogá-lo.

#### **5.4.2 Resultados e análise - Grelha Questionário I.**

A próxima análise (Quadro 11) foi montada a partir da análise categorial temática, o material analisado foram as transcrições respostas obtidas, em sala, pelo Questionário I (Apêndice A). Ela tem como tema, Aprendizagem como o Jogo Digital

ZUM, dividida em uma categoria (Fenômenos Físicos presentes no Jogo) e três subcategorias (ressonância energia destrutiva, ressonância energia de aquecimento e o reconhecimento das transformações de energia). As duas primeiras subcategorias levam em consideração duas situações no jogo que aborda o fenômeno de ressonância, uma delas é a destruição das caixas e taças e a segunda seria o aquecimento da água para o acionamento da ponte. A escolha das categorias e subcategorias (abreviados, respectivamente por CAT. e SUBCAT.) levou em consideração a referenciação do índice: identificação dos conceitos pelos estudantes. Os indicadores (abreviado por IND.), nesta análise, são os elementos pertinentes encontrado no material de análise, sejam essas palavras ou pequenos trechos. Os trechos e palavras selecionados são as unidades de registro (abreviado por UN. REGISTRO), que foram destacados das unidades de contexto, que constituí o material transcrito ou parte dele. A montagem da grelha de análise permitiu fazer as inferências para interpretação dos resultados, afim de ressaltar o sentido das mensagens que possam estar encobertos.

QUESTIONÁRIO I -SOBRE O JOGO – 2ª APLICAÇÃO				
TEMA	CAT.	SUBCAT.	IND.//UNIDADES DE REGISTRO	UNIDADES DE CONTEXTO
APRENDIZAGEM COM O JOGO DIGITAL ZUM	Fenômenos Físicos presentes no Jogo	Ressonância Energia destrutiva	Ressonância	<p><b>“Ressonância”</b></p> <p><b>“Ressonância”</b></p> <p><b>“Ressonância”.</b></p>

		Ressonância Energia de aquecimento	<p>Ressonância</p> <p>Frequência igual</p> <p>Frequência emitida</p> <p>Ondas emitidas</p>	<p>“Quando a onda promoveu a <b>ressonância de frequência igual</b> à da água fazendo com que ela agitasse com mais velocidade, à aquecendo o que fez com que a água evaporasse.”</p> <p>“A <b>frequência emitida</b> por cada onda é parecida com a dos objetos, que é no caso das caixas ou a água, e....aí é o efeito da ressonância, aí agita as moléculas, no caso da água aquece... no das caixas eles quebram.”</p> <p>“O agitação da água ocorre devido as ondas emitidas pela antena, quando ocorre o agitação das moléculas aumenta a temperatura havendo a mudança de estado físico, ou seja, essa é a relação é com o fenômeno de ressonância, pois as <b>ondas emitidas</b> se aproximam ao da água.”</p>
		Reconhecimento das transformações de energia	<p>Converte energia</p> <p>Carrega energia</p> <p>Produzindo energia</p> <p>Modo de energia</p> <p>Energia elétrica</p> <p>Absorver</p> <p>Ondas eletromagnéticas</p> <p>Onda emitida</p> <p>Placas fotovoltaicas</p>	<p>“<b>Absorver</b> as <b>ondas eletromagnéticas</b>, luz, emitidas pelo Zum e abrir a ponte.” O fóton é um <b>modo de energia</b> que é absorvido, pra carregar a bateriazinha”</p> <p>“O painel solar <b>converte energia</b> solar, em <b>energia elétrica</b>, pra descer a ponte. E os fótons é... pro funcionamento do celular... que é o celular referido ali é o bichinho né?! <b>Carrega energia</b> dele pra ele poder andar, porque senão ele é pego pela gaiola.”</p> <p>“A <b>onda emitida</b> pelo celular é luminosa fazendo com que o painel solar funcione, conseqüentemente produzindo energia a partir das suas <b>placas fotovoltaicas</b>”</p>

Quadro 11 - Grelha de análise III - 2ª Aplicação.

Aqueles estudantes que já haviam respondido ao questionário anteriormente, já apresentavam um ponto de vista sobre as questões o que fomentou uma discussão maior em sala.

Verifica-se que todos os três grupos, após a discussão, apresentam a relação entre a ressonância com o fenômeno de destruição das caixas no jogo. Inclusive aqueles estudantes que haviam respondido incorretamente à questão extraclasse. Essa mudança na resposta desses estudantes, manifesta a importância da discussão entre estudantes para aprendizagem dos conceitos, pois um conceito não compreendido pode ser reestruturado de forma coerente a partir da troca de ideias entre os estudantes.

Quanto ao Reconhecimento do fenômeno da ressonância relacionada a energia de aquecimento, todos os grupos responderam que o aquecimento da água para a descida da ponte, também estava vinculada ao fenômeno da ressonância. Contudo um dos grupos (Grupo I) explicou o que acontecia da seguinte maneira: “Quando a onda promoveu a ressonância de frequência igual à da água, fazendo com que ela agitasse com mais velocidade, à aquecendo o que fez com que a água evaporasse.”. Nota-se uma certa confusão no conceito de ressonância, apesar da explicação do fenômeno ser colocada, o que pode inferir a conceitualização desse termo por parte dos componentes do grupo pode estar um pouco confusa.

Em relação ao Reconhecimento das transformações de energia, percebe-se que um dos grupos (Grupo II) apresenta de forma clara a transformação de energia que acontece no funcionamento da ponte.

Apenas um dos grupos (Grupo III) não abordou para a sala a função do fóton no jogo; os outros dois colocaram que sua função, em linhas gerais era fornecer energia para o funcionamento do celular.

#### **5.4.3 Resultados e análise - Grelha Roteiros.**

A análise seguinte foi realizada com base nas transcrições das apresentações dos roteiros de cada grupo conforme a análise categorial temática, o tema é Aprendizagem – Jogo Digital Zum. Elas foram divididas em três categorias (conceitos físicos, termos técnicos e relação com o cotidiano) que levam em conta a utilização de conceitos físicos pelos estudantes no roteiro apresentado, os termos técnicos utilizados por jogadores e especialistas em jogos e, por fim possíveis situações colocadas no jogo presentes em situações do cotidiano dos estudantes e suas vivências. A escolhas das categorias (Abreviada por CAT.) também levaram em consideração a referenciação dos índices: conhecimento sobre jogos digitais,

comportamento dos estudantes e identificação dos conceitos pelos estudantes. Os indicadores (Abreviados por IND.), nesta análise, são os elementos pertinentes encontrado no material de análise, sejam essas palavras ou pequenos trechos. Os trechos e palavras selecionados são as unidades de registro (Abreviados por UN. REGISTRO), que foram destacados das unidades de contexto, que constitui o material transcrito ou parte dele. A montagem da grelha de análise, apresentadas em seguida, permitiu fazer as inferências para interpretação dos resultados, afim de ressaltar o sentido das mensagens que não estejam evidentes.

GRELHA – APRESENTAÇÃO DOS ROTEIROS – GRUPO I -2ª APLICAÇÃO			
TEMA	CATEGORIA	IND./UN. DE REGISTRO	UNIDADES DE CONTEXTO
APRENDIZAGEM JOGO ZUM – ROTEIRO	CONCEITOS FÍSICOS	Calor Mudança de meio Energia Comprimento da onda Velocidade Gaiola de Faraday Onda Luz Frequência	<p>A2 – “Tá, essas aqui é a nossas ideias que a gente projetou no resto dos slides, que foi ... o aumento do gasto da bateria através <b>calor</b>, a <b>mudança de meio</b> e a salvar a Zuna, no caso, é no final do jogo. E... Aí a gente vai explicar essas ideias que a gente ... pra frente.”</p> <p>A3 “A gente pensou no aumento do gasto da bateria porque o processador do celular é sensível ao <b>calor</b>... Então quanto mais quente estiver o ambiente mais bateria ele vai consumir. Aí, porque ele precisa reduzir a <b>energia</b> para ele não superaquecer. Aí como consequência a bateria gasta mais... e, ele gastaria um tempo maior para realizar suas tarefas”</p> <p>A5- “Aí aqui seria que, o desenho que, se ele tivesse que passar pelo fogo ele ia consumir mais bateria mais rapidamente, só que se ele fosse passa pra cá, ele tinha que ter muita habilidade o que também poderia consumir bateria. Só que aqui consumiria mais rápido e aqui ele precisaria de mais habilidade para conseguir passar”</p> <p>A2 “Então de qualquer jeito a bateria iria diminuindo...”</p> <p>[...] “É”</p> <p>A6- “A próxima ideia que a gente trouxe, foi a da <b>mudança de meio</b>, que ele vai passar do ar para a água e com isso o <b>comprimento de onda</b> vai se alterar e a <b>velocidade</b>, aí ele vai demorar mais tempo pra conseguir destruir os materiais, com as <b>ondas</b> que ele emite”</p> <p>[...] “Isso”</p> <p>A2 – “Aí a gente colocou a <b>velocidade</b> que seria da <b>onda</b>...”</p> <p>A5– “APARENTEMENTE...”</p>
	TERMOS TÉCNICOS		

	SITUAÇÕES DO COTIDIANO	Gasto da bateria	<p>A2 – “É em alguns meios... é ...”  A6 – “É aí ele entra na água...”  A2 – “Aí, aqui seria, que ele iria emitir a <b>onda</b> aqui pra destruir, esse bloco... esses blocos, só que aí que nem o A6 falou, a <b>onda</b> ia ficar mais difícil, ia demorar mais pra... ia ficar mais difícil pra ele quebrar.  A6 “ia demorar mais.”  A2 – “Aí pra ele ia sair daqui ele ia... que nem aquilo que a P1 colocou no jogo ... que ia ligar o painel solar pra subir e ele ia voltar pro outro meio que seria o ar né?! Que ele ia sair da água.”  “Só que de qualquer jeito, seria uma parte que ele teria que passar no jogo, não seria opcional. Porque se fosse opcional, aí ele não passaria né?! Porque é mais difícil.”  P1 – “Tá, mas que jeito você aciona o painel?”  A3 “por luz”  A6 - “Emitindo <b>a luz.</b>”  A2 – “PRA LUZ”  [...]  A3 – “CARREGA?!”  A6- “Carregar <b>energia.</b>”  [...]  A3” A energia”  [...]  “Do painel... E da ponte, pra subir”  A5 “Pra ela subir.”  A2 – “Aí ela subiria”  [...]  A5- “isso”  “exatamente...”  [...]  A3– “E o último é o conceito da <b>gaiola de Faraday</b>, que já tem no jogo. Mas aí a gente...vai... a ideia é colocar uma personagem presa nela. E ela não tem como <b>emitir onda</b> de dentro pra se soltar então o objetivo do jogo e a parte final é, que ele, o personagem, o celular, teria que passar por todo percurso, pra salvar ela no final emitindo onda de fora. Onda com a <b>frequência igual</b> à da gaiola de metal que ela tá presa”  A5 – “Aí Salvaria a celulari”  A11 – “Que cê deixou sem olho né A6”  [...]  A5 “é ... que no caso é um Iphone”  A2 – “Que o A6 deixou sem olho ne’!?”  [...]</p>
--	------------------------	------------------	--

Quadro 12 - -Grelha de Análise- Apresentação Roteiros - Grupo I - 2ª Aplicação

GRELHA – APRESENTAÇÃO DOS ROTEIROS – GRUPO II – 2ª APLICAÇÃO			
TEMA	CATEGORIA	IND./UN. DE REGISTRO	UNIDADES DE CONTEXTO
APRENDIZAGEM JOGO ZUM – ROTEIRO	CONCEITOS FÍSICOS	<p>Ondas</p> <p>Micro-ondas</p> <p>Carga elétrica</p> <p>Gaiola de Faraday</p> <p>Condutor</p> <p>Campos elétricos</p> <p>Energia (2)</p> <p>Fóton</p>	<p>A4 “É...” [...]</p> <p>A11 -Aqui primeiro a gente colocou mais o conceito do que a gente vai usar durante a fase que a gente criou. É só isso o conceito... e o A4 vai explicar depois.</p> <p>A9 “ Cê não quer ler não?”</p> <p>A7 “ Eu leio”</p> <p>A7“O papel alumínio bloqueia o <b>sinal dos celulares</b> por causa do princípio da <b>gaiola de Faraday</b>. Michel ... um cientista do início dos anos de 1800 descobriu que uma carga elétrica, existe de um lado de fora de um <b>condutor</b> carregado, e a <b>carga elétrica</b> não possui efeitos sobre nada que esta cercado pelo condutor. Isso acontece porque as <b>cargas elétricas</b> do meio externo, se cancelam, com os <b>campos elétricos</b> internos. Ao embrulhar um celular em papel alumínio, cria a gaiola de Faraday. Devido ao fato do sinal do celular ser eletrônico, o papel alumínio previne que a atinja o celular....”</p> <p>A4“Então, é. a nossa ideia foi a fase bônus né...”</p>
	TERMOS TÉCNICOS	_____	<p>A4 “Você quer que lê?...Após o nosso do personagem, o celular acabar de vez com a sua <b>bateria</b>, ele é levado para uma fase bônus, onde terá oportunidade de se recuperar. Então tipo assim, a <b>bateria</b> acaba e ele vai para uma fase bônus para ele ter a chance dele não morrer direto, dele ir pra uma fase e recuperar... Essa fase se inicia escura e à medida que ele recolhe <b>energia</b> a fase vai clareando. Possui também trechos... é ... de extrema dificuldade: câmaras de alumínio que impede seu funcionamento, água e por fim uma saída que o leva de volta para o jogo. É uma segunda chance que o jogo proporciona ao jogador continuar a jogar. Só que nessa fase também ele precisa ... conseguir passar nela, tipo, enfrentar os desafios, que é a água o papel alumínio...”</p> <p>[...]</p> <p>A4 “No sentido que o celular não funciona.”</p> <p>“Na água.” [...]</p> <p>A7 “Se o seu celular cair na água ele pifa”</p> <p>A4 “No sentido mais empírico também” [...]</p> <p>A9 “Aí a gente também no jogo, a gente é modificou...”</p>

	SITUAÇÕES DO COTIDIANO	Torre de sinal Sinal dos celulares Tomada Recarregar baterias	<p>A11 “Que o <b>fóton</b> era muito brega” [...]  A5 “É ué...”  A9 “Aí a gente trocou o simbolozinho da... como se fosse uma bateria mesmo de celular...  A11 “Isso é estético.”  [...]  A4 “É questão mais estética só...”  A11 “É só que a gente achou o seu feio mesmo...Aí a gente quis...”  P1 “Tá bom...”  A7 “Aqui tem o mesmo tanto” [...] “É”  A4 “Aqui a gente pode ver uma representação da fase Bônus, onde a gente tem o nosso bichinho...”  A9 “Celular...Bichinho não! É um Celular...”  A4 “que vai... o Zum, que ele vai enfrentar o desafio na fase bônus, vai recolher <b>energia</b> pra ele no final poder voltar pra fase normal.”  A7 “Aí aqui a gente tem...a câmara de alumínio e aqui a água. Aí o fundo ta mais de tardezinha  A9 “tá escuro como se fosse a perda de energia”  A7 “Aí ele anda e pega a <b>bateria</b> aí...”  A4 “A fase clareia, entendeu? ficou massa? [...] “Aqui o funcionamento da câmara é o seguinte: tem um tempo que ela... a escotilha vai fechar...  [...] “Isso, e quando ela desce ela não abre mais, aí se o bichinho, se o zum ficar preso dentro dela ele não tem como se comunicar com o meio externo...”  E aí ele fica preso, aí ele morre.  A7 “No caso o nosso é espertinho então...  [...]  A4 “Essa aqui é representando quando a gaiola quando ela fecha por completo e não deixa o sinal que tá dentro sair ou receber. Aqui no final o sentido que a gente deu pro jogo foi dele encontrar sua amada tomada, porque o custo de energia dele..., ele recarrega essa bateria né  A7 “ele vai ficar quietinho do lado...”  A4 “E chegar mais próximo da <b>torre de sinal</b>, onde é muito melhor você ter um sinal bom... na sua vida. Então como a antena ela se propaga com sinal por micro-ondas né?! Então o tamanho do lambda é em quilômetros. Então quanto mais longe você tiver, menor vai ser o sinal. Então o objetivo é ele estar próximo da torre pra você ter um sinal melhor”  “É isso.”  A11 “E tem dois olhinhos” [...]</p>
--	------------------------	--	--

Quadro 13 - Grelha de Análise - Apresentação Roteiros - Grupo II - 2ª Aplicação.

GRELHA – APRESENTAÇÃO DOS ROTEIROS – GRUPO III- 2ª APLICAÇÃO			
TEMA	CATEGORIA	IND./UN. DE REGISTRO	UNIDADES DE CONTEXTO
APRENDIZAGEM JOGO ZUM – ROTEIRO	CONCEITOS FÍSICOS	<p>Ressonância</p> <p>Efeito Doppler do som</p> <p>Efeito Doppler da luz</p> <p>Condutor</p> <p>Eletricidade</p> <p>Frequência aparente</p> <p>Frequência</p> <p>Gravidade</p>	<p>A8 “A gente propôs a <b>atualização do jogo.</b> “ [...]</p> <p>A1 “O <b>designer</b>, né é tipo que o jogo fosse de quatro fases. E cada fase o celularzinho vai evoluindo” [...]</p> <p>A12 “É aí a gente colocou aqui, nesses slides só colocou os conceitos básicos que a gente vai usar durante as 4 fases e eles vão ser explicados no decorrer que for mostrando o cada uma.”</p> <p>A10: “Daí a gente colocou as aquisições do jogo e mudou o nome também, colocamos Zum 2.0, aí vai haver 4 fases na intenção de promover um <b>nível de dificuldade</b>... ham... vamos colocar uma aquisição no treinamento pra notificar o jogador que haverá conquistas, que a A8 vai explicar depois. O protagonista zum com o passar das fases irá adquirir evoluções que vai mudar seu <b>designer</b> e com uma nova versão o jogador encontrará novos obstáculos e novos vilões.”</p> <p>A8 “O que a gente propôs aqui de mudança, foi as conquistas no <b>treinamento</b>, porque tipo assim, pra o jogador continuar e pra... porque o que ele conquista no treinamento ele</p>

	<p>TERMOS TÉCNICOS</p>	<p>Designer</p> <p>Ranking</p> <p>Nível de dificuldade</p> <p>Treinamento</p> <p>Atualização do Jogo</p>	<p>vai poder usar no jogo. Aí vai ter <b>ranking</b>, vai ter um monte de coisa nas conquistas que você vai poder ver sua evolução”.</p> <p>A1 “Ham... a conquista consiste, pra <b>animar o jogador</b> que é no modo <b>treinamento</b>. Aí tipo, ela vai conquistas cê vai ganhando, tipo se você fazer em menos tempo... são então essas a da conquista...”</p> <p>A10 “Na fase I a gente só... a gente mudou o cenário e também a gente acrescentou uma ponte que com efeito da <b>ressonância</b> ela vai vibrar...”</p> <p>A12“É tipo bem... surge um vento, tipo ele ta passando aí pra ele passar mais rápido. Aí vem um vento que a <b>frequência</b> desse vento vai se aproximar com a da ponte e aí ela vai dar uma balançada. Aí se ele não passar rápido, se ele só for andando, aí ele vai cair da ponte e vai morrer”</p> <p>[...]</p> <p>A10 “Aí a fase 2 a gente...a gente colocou esse monstinho que ele vai, é ... que ele vai causar o <b>efeito Doppler do som</b>, que ele vai tipo mandar sinal, falando assim que ele tá se aproximando e com o <b>efeito Doppler</b>, tipo uma ambulância, quando ela tá longe ela vai... A12 me</p>
--	------------------------	--	---

	SITUAÇÕES DO COTIDIANO	Incidência de raio Eletrocutado	<p>ajuda!</p> <p>A12 “É que tipo assim ela vai, aí é o que ela falou né, vai ter a <b>frequência aparente</b> né, aí essas anteninhas dele vai emitir essa <b>frequência</b> dele normal e quando ele tipo tiver se aproximando, a <b>frequência aparente</b> dele vai ficar mais forte, pro celular. Aí quando ele perceber que ele tá chegando é um aviso porque se ele não pular time, ele vai ser comido por ele... Entendeu?” [...]</p> <p>NEDJA “Em qual sentido que...a... como que eu falo, não é o timbre...é o timbre?!Não?! A <b>frequência</b> então...”</p> <p>A12 “Fica mais...” [...]</p> <p>“Agudo”</p> <p>“Aqui é a <b>gaiola de Faraday</b>... Faraday?!Que... Que aí vai começar a ter... começar a chover e aí ele ... ele o celularzinho não afeta com a água, aí vai começar uma contagem no canto da tela, no caso ali. Aí é quando começar, antes de começar a ter <b>incidência de raio</b> ele tem que chegar dentro da gaiola, porque quando começar a serem emitidos os raios... é a... os raios vão cair na gaiola, porque a gaiola é feita de aço, de ferro que é <b>condutor de eletricidade</b> que vai espalhar <b>eletricidade</b> por todo o material, não deixando que o seu interior seja <b>eletrocutado</b>. Aí quando passar o tempo e a chuva acabar ele vai apertar o botãozinho vai sair e vai para a próxima fase.”</p> <p>A10” A próxima fase, ele vai,</p>
--	------------------------	------------------------------------	--

**Quadro 14 - Grelha de Análise - Apresentação Roteiros - Grupo III - 2ª Aplicação.**

Percebe-se, diante da análise das grelhas, que os grupos usaram conceitos abordado em anos anteriores, ou que ainda não haviam sido vistos com profundidade, como, carga elétrica, condutor, campos elétricos. Este fato permite inferir que lembraram os conceitos vistos e também pesquisaram aqueles conceitos que ainda não tinham sido trabalhados de maneira mais aprofundada. Essa verificação pode ser apontada como um aspecto positivo da aplicação metodológica, relativo às aprendizagens conceituais atitudinais.

O primeiro grupo abordou o conceito de refração com a mudança de meio do celular, colocando as alterações de elementos da onda, como velocidade e comprimento de onda. Já o terceiro grupo acrescentou em seu roteiro os fenômenos do Efeito Doppler do som e da luz, além de apresentarem o conceito de ressonância. Os dois últimos já estão presentes no jogo, mas foram retratados de uma maneira diferente. Os dois primeiros grupos também retratam a gaiola de Faraday de maneira distinta da abordada nas fases iniciais do Jogo.

A apresentação de conceitos, trabalhados possibilitou interpretar que eles tenham sido assimilados de alguma maneira. Outra questão observada pela grelha de análise foi que, apesar dos estudantes montarem o roteiro e acolherem a proposta de trabalho, verificou-se que, dos três grupos, apenas um utilizou-se de termos presentes no cotidiano de jogadores e especialistas em jogos digitais. Isso nos permite entender que apesar de jogarem jogos digitais e terem jogado o Jogo Zum, não demonstram ser jogadores com um conhecimento mais profundo sobre jogos digitais.

Quanto a Relação com o cotidiano, verificaram-se situações presentes no cotidiano. Os dois primeiros grupos associaram utilização do aparelho celular com: “Gasto de bateria”, “torre de sinal”, “sinal de celular”, “tomada” e “recarregar bateria”. Esses termos induzem a acreditar que esses grupos retiraram essas ideias de experiências que possuem com a utilização desse aparelho tão presente no cotidiano das jovens.

Após as apresentações dos roteiros de cada grupo e da discussão sobre um possível roteiro único, os estudantes responderam o questionário (Apêndice H).

As questões foram projetadas em slides e os estudantes puderam responder de forma livre, colocando sua opinião para sala e professor. Optou-se por essa

disposição afim de que os estudantes se sentissem mais à vontade em responder as questões.

A última grelha (Quadro 15) categorial temática foi montada utilizando-se da transcrição do questionário final (Apêndice H). O tema foi Percepções com a utilização da sequência didática, dividida em duas categorias (metodologia e comportamento). A primeira foi dividida em duas subcategorias (utilização do jogo e utilização da plataforma) e a segunda em três subcategorias (participação no projeto e comportamento do colega; compunham a segunda categoria). A categorização e subcategorização (abreviadas respectivamente, por CAT. e SUBCAT) levou em consideração a referenciação dos índices: comportamento dos estudantes e percepções sobre a sequência. A análise considerou os indicadores (abreviado por IND.) como sendo os elementos pertinentes encontrados no material, sejam palavras ou pequenos trechos. Estes trechos ou palavras são as unidades de registros, que foram retirados das unidades de contextos, que é a parte do texto analisado que permite compreender melhor a unidade de registro. A montagem da grelha possibilitou fazer inferências que levaram as interpretações dos resultados, buscando evidenciar mensagens omitidas pelo emissor.

TRANSCRIÇÃO QUESTIONÁRIO FINAL -2ª APLICAÇÃO				
TEMA	CAT.	SUBCAT.	IND./UN. DE REGISTRO	UNIDADES DE CONTEXTO
PERCEPÇÕES COM A UTILIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	SEQUÊNCIA	Utilização do jogo	Gostei Preferi Também Dinâmico Legal Coisa nova Coisa prática Diferente Modelo normal Me saí melhor Dinâmica Divertido Adorei Contato Incentiva a gostar Prático Tecnológico Didático Simulador	<p>“Eu <b>gostei</b>”</p> <p>“Eu <b>preferi</b>, do que as tradicionais”</p> <p>“Eu <b>também!</b>”</p> <p>“Foi dinâmico, uma coisa nova”</p> <p>“Foi Legal” “é”</p> <p>“A parte negativa é que acabou”</p> <p>“Positivo é que tipo é <b>dinâmica</b>, uma coisa <b>prática</b>”</p> <p>“É diferente”</p> <p>“O ponto negativo é que a gente vai ter que voltar para o <b>modelo normal</b>”</p> <p>“É mais <b>legal</b>”</p> <p>“Divertido”</p> <p>“sei lá, eu <b>me saí melhor</b> nas provas que teve essas aulas”</p> <p>“Exatamente”</p> <p>“Eu também”</p> <p>“Do que fazer exercícios nas aulas só...”</p> <p>“Eu <b>adorei</b>” “é tipo o jogo a gente tá</p>

			<p>Muito boa Revisar Aprendeu Fixou Revisou</p>	<p>em <b>contato</b> a todo momento e <b>incentiva a gostar</b> mais da matéria”  <b>“Dinâmico”</b>  <b>“Tecnológico”</b>  <b>“Prático”</b>  “Parecido com um <b>simulador</b>”  <b>“Muito didático”</b></p>
				<p><b>“Muito boa”</b> <b>“Muito boa</b>, a gente acabou de falar, que tem que <b>revisar</b> os conceitos que a gente aprendeu  <b>“Aprendeu e fixou”</b>  <b>“É meio redundante”</b>  <b>“Aprendeu mais”</b>  <b>“Revisou”</b> <b>“Fixou o conteúdo”</b></p>
		Utilização Recurso	<p>Rápido Prático Tecnológico Facilitou Celular Acessar Pouca questão Confirmar</p>	<p>“Tipo, eu fiz, é <b>prático</b>, é <b>tecnológico</b>, é muito mais rápido”  “é tipo, dá pra fazer pelo <b>celular...</b>”  “ainda bem que é <b>pouca questão</b>, se fosse muita não ia rolar não”  <b>“facilitou</b>, por ser pouca questão também...”  “Fora que também é um incentivo pra você fazer”  “Dá pra <b>acessar</b> a qualquer momento”  “é prático, é legal, é tecnológico”  “Porque eu esqueci”  “Aconteceu que eu tava no meio de uma viagem, quando você mandou o link, porque no lugar que eu tava não tinha internet”  “só que as vezes não tinha como <b>confirmar</b> que você mandou, aí tipo você mandava mais de uma vez, porque cê achava que não tinha mandado. Só isso que acontecia as vezes”</p>

COMPORTAMENTO	Participação no processo	revi conceitos Fixou Conteúdo Aprende Pesquisa Fixa Exatamente Falou por mim Descobre Revisa	“Eu <b>revi conceitos</b> ” “Fixou mais o conteúdo” “A partir do momento que você pesquisa, você <b>descobre</b> coisas novas” “É <b>aprende...</b> ” “Exatamente” “ <b>Aprende</b> e fixa” “É porque a partir do momento que você pesquisa pra desenvolver o jogo você aprende coisas novas e <b>revisa</b> conceitos que você já viu.” “Exatamente” “ <b>Falou por mim</b> ”
	Comportamento do colega	Conheci mais Exemplo Teve que aprender Nada Foi dito antes Sabe mexer Foi bom Descobri Contribuiu Questões anteriores Revisou Didático Tecnologia	” é tipo a A10 é um <b>exemplo</b> ” “No caso o A1 demonstrou que <b>sabe mexer</b> com tecnologia, <b>teve que aprender...</b> Em mim nada” “Contribuiu, o que falou nas <b>questões anteriores: revisou</b> conteúdo, <b>didático</b> , tecnologia” “Eu descobri que o A6, não toma refrigerante. É eu <b>conheci mais</b> a pessoa, entendeu?!” “ <b>Nada</b> ” “Não mentira, ...foi dito antes” “ <b>Foi bom</b> ” “Precisa de física pra fazer o jogo” “Foi dito antes”
		Conversou Já falei Esqueceu Habilidades Responsável Cabeça ruim	“Sim eu já falei, que ele não toma refrigerante, e tem <b>cabeça ruim</b> ” “Porque <b>esqueceu</b> o pendrive” “A A10 <b>conversou</b> . O A1 mostrou suas <b>habilidades</b> . “É o A1 se mostrou <b>responsável</b> ” “Ele não deixou a gente fazer o trabalho lá”

Quadro 15 - Grelha de análise IV.

Sobre a utilização da metodologia, nota-se que os estudantes apontam aspectos positivos considerando o processo “mais dinâmico”, “tecnológico”, “didático”, “prático”, “legal”, “diferente” etc. As comparações com as aulas anteriores ao projeto são apresentadas pelos estudantes, e de acordo com a grelha, verifica-se uma preferência pela nova metodologia, apontando ainda um melhor desempenho nas avaliações.

Em relação aos recursos utilizados (email, apresentações de slides, questionários online), observa que os estudantes percebem essa utilização como algo mais rápido, de fácil acesso, e tecnológico.

Também colocaram a quantidade de questões a serem respondidas nos momentos extraclasse como aspecto positivo. Os excessos de questões poderiam apresentar-se como um problema, inclusive as questões colocadas nas aulas presenciais. Contudo um dos aspectos negativos observado pelo professor é que apesar da utilização ser apontada como um facilitador, ainda tinham aqueles estudantes que não fizeram as atividades extraclasse; um deles afirmou que não se lembrou de realizar as atividades sugeridas.

Quanto à contribuição do jogo para aprendizagem a grelha indica que os estudantes veem o jogo como algo positivo, já que permite a revisão, fixação e aprendizagem do conteúdo. Nas percepções das contribuições do jogo para a sua formação os estudantes, se mostraram confusos, e não souberam responder o que realmente a questão exprimia, relatando sobre o comportamento do colega, revisão do conteúdo. Esse fato demonstra que o processo metacognitivo (o gerenciamento consciente de sua própria aprendizagem) ainda é um aspecto a ser melhor trabalhado.

Com referência ao comportamento dos colegas, eles observaram algumas mudanças, relatando dois colegas muito tímidos da sala. Uma dessas observações foi a demonstração de responsabilidade por parte do colega tímido, além da demonstração de algumas habilidades artísticas que possuía, já que, em seu grupo ele ficou responsável por fazer os desenhos do roteiro. A outra aluna foi citada pelos estudantes por estar mais comunicativa a ponto de apresentar suas ideias para a turma e professora

## 5.5 Uma síntese sobre as aplicações.

Já era esperado um comportamento diferente em ambas as turmas, uma vez que a quantidade de estudantes, suas características e diferentes níveis de aprendizagem, influenciam diretamente no comportamento em uma sala de aula. Essa diversidade nos estudantes permitiu verificar resultados semelhantes e discrepantes ao mesmo tempo.

Em seguida serão apresentadas algumas observações da professora/pesquisadora em relação à algumas atitudes e enunciações ocorridas em ambas as aplicações, afim de comparar e apontar aspectos relevantes para a pesquisa.

Retomando que, para fim do posicionamento, as turmas serão denominadas de Turma I, quando se referir a primeira aplicação e Turma II quando se referir a segunda aplicação do projeto.

A turma I, utilizou como recurso a plataforma Moodle para a postagem do material e das atividades extraclasse. Contudo, diante das colocações dos estudantes em relação a plataforma, o professor optou por tentar um recurso diferente. Essa questão foi colocada para a Turma II, que considerou melhor utilizar o recurso que eles já estavam acostumados, o email da turma.

Apesar da mudança, em ambas as turmas nota-se uma queda na resolução das atividades pelos estudantes. Porém na Turma II, esse número se estabiliza e um maior número de estudantes fazem as atividades sugeridas extraclasse. O que evidencia que a atividade proposta pelo professor reflete de maneira diferente dependendo da turma e dos estudantes que a compõem.

A utilização dos cartões de resposta (Anexo III), revelou chamar a atenção dos estudantes motivando-os a participar na apresentação de respostas, principalmente aqueles mais tímidos. De nossa experiência didática, sabe-se que o número de estudantes que respondem as questões propostas pelo professor é muito baixo. Por essa razão, essa participação de um número maior de estudantes na apresentação de respostas a questionamentos do professor merece ser mencionado.

Alguns estudantes discutiam as questões entre si com maior empenho enquanto outros estudantes apenas aguardavam a resposta geral. Esse ainda é um

desafio pedagógico: como proporcionar uma atitude mais colaborativa entre participantes de um grupo de estudos.

Na Turma II, notou-se uma discussão das questões de forma mais participativa pelos estudantes e uma busca mais dedicada para se tentar resolver o problema proposto. Uma aluna dessa turma, um pouco receosa com a proposta inicial, acostumada com as aulas em seu formato clássico, comunicou à professora que achava que não iria aprender no contexto da sequência didática proposta, mas que estava surpresa por estar entendendo o conteúdo e gostando do formato das aulas.

Esses apontamentos anteriores permitem reconhecer que apesar das atividades não atingirem todos os estudantes de forma efetiva, a utilização dessa metodologia chama atenção dos estudantes de forma positiva e provoca, em sua maior parte, aulas mais dinâmicas e, conseqüentemente, mais atrativas aos estudantes.

Algumas situações não eram esperadas pela pesquisadora/professora durante o desenvolvimento da sequência didática. Em ambas as turmas, apresentaram situações de trocas de experiências sobre o Jogo Zum. Na Turma I, percebeu-se que a interação ocorria em momentos extraclasse, por uma conversa de WhatsApp. Nessa interação percebeu-se, tanto auxílio, quanto provocações em relação ao recorde obtido no jogo.

Já na Turma II, a troca de experiências entre os estudantes aconteceu em sala, durante a aula em que eles deveriam responder o questionário sobre o jogo. Os estudantes trocaram experiências sobre como instalar o jogo, sobre desafios presentes, mas sem apresentar uma disputa sobre “qual aluno tem um recorde maior”.

Outro aspecto importante, na Turma I, foi que um grupo inteiro não havia jogado o Jogo, o que impossibilitou a discussão deste e sua apresentação das respostas do questionário para a turma. Esse comportamento desinteressado se estendeu até a apresentação do roteiro para a sala.

Em contrapartida evidenciou na Turma II, um maior interesse dos estudantes por jogar, já que mesmo aqueles que não haviam jogado antes da aula, procuraram seus colegas para que pudessem passar pela experiência.

Essa demonstração de interesse influi diretamente, nas repostas do primeiro questionário sobre o jogo, uma vez que as perguntas dependiam de os estudantes terem ou não jogado. Como todos estudantes de um grupo da Turma I não haviam jogado, eles não souberam responder ou responderam de forma equivocada. Na turma II, todos os estudantes tiveram contato com o jogo e, apesar de algumas inconsistências nas respostas eles conseguiram fazer associações com os conceitos estudados.

Com relação aos roteiros, em ambas as turmas teve grupos que apresentaram bons roteiros, bem elaborados, com ilustração e explicação conceitual. Contudo na Turma I, dos cinco roteiros elaborados, apenas um se mostrou mais completo. Este apresentou a explicação dos conceitos utilizados com ilustração das modificações sugeridas. A Turma II, possuía apenas três grupos, devido à menor quantidade de estudantes e, nela, verificou-se a presença de conceitos apresentados em sala e também de conceitos estudados em anos anteriores. Todos os grupos procuraram explicar os conceitos, mesmo com alguns equívocos, além de apresentarem ilustração sobre as alterações sugeridas no jogo.

Na construção dos roteiros em sala, a interação entre os estudantes e entre eles e o professor aconteceu de forma diferente. Na Turma I alguns discutiam mais intensamente e questionavam a professora, enquanto outros grupos conversavam sobre outros assuntos, ou faziam uma mínima discussão para elaboração do roteiro.

Na Turma II pode-se observar uma maior discussão entre os estudantes sobre o roteiro e pesquisas realizadas em sala utilizando o celular, mediante a autorização da professora, incluindo questionamentos com a professora sobre ideias para o roteiro. Contudo também teve momentos em que os estudantes se dispersaram na elaboração dos roteiros em sala.

Em relação aos questionamentos sobre a metodologia aplicada, ambas as turmas consideraram positiva o formato das aulas em comparação ao formato tradicional. A Turma II, também apontou uma melhora na aprendizagem do conteúdo de Ondas.

A Turma I considerou como negativo o nível de dificuldade do jogo, que segundo eles seria baixo, o que exprime uma relação técnica a utilização do jogo. Enquanto a Turma II, apontou como negativo o fim de sua utilização nas aulas, esse relato demonstra uma aceitação da proposta nas aulas.

Quanto à construção do roteiro do jogo para sua aprendizagem em Física, as duas Turmas apresentaram pontos positivos, apontando: a criação do roteiro, que requeria um reforço à fixação do conteúdo, além de promover a revisão do mesmo.

A Turma I, apontou dificuldades na utilização da plataforma Moodle, o que permitiu à professora alterar o recurso utilizado. A Turma II se mostrou satisfeita com a utilização do email e dos questionários do Google Forms, acreditando ser um recurso, mais rápido e dinâmico permitindo seu acesso a qualquer momento.

No que compete a utilização do Jogo, ambas colocaram como positiva sua utilização. A Turma I, comparou a sua utilização com a aula de outro professor e apontaram o fato que a sequência didática proposta não continha aulas meramente teóricas, tornando a proposta metodológica melhor. A Turma II, considerou que a utilização do jogo incentiva a se interessar pela matéria, deixando as aulas mais tecnológicas e dinâmicas.

Quanto à postura dos colegas durante o desenvolvimento do trabalho ambas as turmas apontaram mudanças. Porém, a Turma I mencionou a capacidade ou não da realização de tarefas por alguns colegas. Outro fato mencionado por uma aluna foi a exaltação em relação a capacidade dos seus colegas terem desenvolvido um bom trabalho. Já na Turma II, as colocações apontaram a mudança de postura de uma aluna e a descoberta de habilidades de outro colega.

Sob o ponto de vista do professor, algumas mudanças atitudinais apontadas pelos estudantes também foram verificadas pelo professor nas turmas. Apesar da Turma I não explicitar a mudança de postura de dois estudantes, mais tímidos, o professor observou que estes ficaram mais comunicativos, inclusive, enviando mensagens à professora em momentos extraclasse, sobre o trabalho em desenvolvimento. Esses estudantes mais tímidos se mostraram mais receptivos à professora, apresentando suas ideias para a sala.

Essas mudanças se apresentaram mais evidentes durante a elaboração do roteiro do jogo, nas duas aplicações da proposta metodológica. Essas alterações na postura de alguns estudantes permaneceram mesmo depois do término do trabalho, o que corrobora o fato de que é importante se pensar em metodologias de ensino que coloquem o estudante como autor, durante o seu processo de aprendizagem.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entendemos que o método de ensino atual não atende as necessidades dos estudantes, pois estes nascem em um mundo cercado de tecnologias e recursos como: tablet's, smartphones, *softwares* entre outros, que lhes permitem obter uma gama de informações a qualquer momento do dia, infelizmente, o sistema de ensino não acompanhou essa evolução e muitos professores ficam receosos em utilizar recursos dos quais não possuem domínio. Nesta dicotomia as aulas continuam sendo tradicionais e não despertam nem motivam os estudantes para o processo de ensino e aprendizagem.

Entendemos também que qualquer proposta metodologia que modifique a estrutura vigente das aulas exige dedicação do(a) professor(a) e alteração no comportamento dos estudantes em sala, uma vez que estes foram acostumados com aulas em que o(a) professor(a) é o elemento central em sala. Utilizar-se de metodologias que invertam esse papel em sala de aula e colocar o aluno como elemento central do seu processo de aprendizagem é um grande desafio.

Nesse sentido, retomamos à questão de pesquisa **“Como uma sequência didática em que os estudantes são estimulados a se envolver no desenvolvimento de um jogo digital, pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de ondas?”**.

Pode se verificar que a sequência didática proposta permitiu perceber mudanças positivas de postura de alguns estudantes, de sujeitos passivos a sujeitos ativos, de aprendizes receptores em um contexto individualizado, para aprendizes autores em um contexto comunicativo, de discípulos distantes da figura da professora para parceiros da professora no processo de ensino e aprendizagem. Essas mudanças de postura durante as aulas podem influenciar diretamente na aprendizagem.

Também permitiu verificar vestígios de aprendizagem do conteúdo de Ondas com a utilização e criação do jogo digital já que os estudantes incorporaram os conceitos abordados em sala em seus roteiros.

O grande desafio dessa proposta foi posicionar os estudantes como elementos centrais do projeto e provocar-lhes essa mudança de postura em relação a metodologia sugerida.

Essa dificuldade não é apenas apresentada pelos estudantes, mas também pela professora. Ao preparar uma aula, o educador tende a se colocar, quase sempre, como elemento central, aquele que irá explanar sobre um conteúdo, esperando que seus estudantes compreendam tudo da melhor maneira. Assim, sequência didática elaborada acaba favorecendo um processo de mudança de postura também da professora, que passa, ao utilizar as metodologias ativas aqui incorporadas, a se questionar sobre o que o estudante vai pensar, além de considerar o questionamento desses durante as aulas.

Essa mudança de postura se revela positivamente na aplicação da sequência das aulas proposta neste trabalho. Contudo, assim como a professora, essa mudança de atitude não acontece de forma instantânea nos estudantes.

Ao apresentar a proposta de trabalho aos estudantes, verificou-se que, no geral, eles consideraram interessante e se mostraram empolgados para a realização do trabalho. Apesar da empolgação inicial, os estudantes sempre questionavam sobre uma possível pontuação. Infelizmente, no sistema atual, a nota acaba sendo a moeda de troca que os estudantes consideram relevante para a realização da maior parte das atividades. Essa postura vem arraigada nesse sistema avaliativo que vigora há décadas, e sua desconstrução está longe de estar próxima. Assim os estudantes foram informados que seriam avaliados, e que esta avaliação resultaria em uma nota, que não foi estipulada no primeiro contato com a proposta de trabalho que eles tiveram.

Apesar da boa aceitação da proposta das aulas e do trabalho realizado, verificou-se que a realização das tarefas extraclasse tiveram uma queda considerável em ambas as aplicações. Na segunda aplicação, percebeu-se que, a partir da segunda aula, a quantidade de estudantes que realizavam as tarefas antes da aula presencial permaneceu fixa.

Percebe-se também que nas discussões em sala, um grupo fixo participa, mais ativamente das discussões. Contudo essa quantidade de estudantes é diferente em ambas as aplicações. Na primeira turma a quantidade de estudantes era maior, contudo a quantidade de estudantes que participava ativamente nas aulas era menor do que da segunda turma. Essa diferença de postura aponta, que cada turma apresenta um perfil, e que os estudantes que as compõem, com suas diferenças, influem diretamente em qualquer atividade proposta pela professora.

Na parte metodológica que trabalhava diretamente com o jogo Zum, verificaram-se, em ambas aplicações, mudanças de postura de alguns estudantes. Aqueles estudantes considerados tímidos, e que mal faziam questionamentos à professora se mostraram mais receptivos. Discutiam suas ideias nos grupos, relatavam à professora dúvidas questionamentos, inclusive posturas insatisfatórias dos componentes do grupo. Essa mudança de postura infere significativamente no processo de aprendizagem, já que acaba trazendo aos estudantes uma liberdade de questionamento/participação, que possivelmente consideravam impossível/errada. Todas essas constatações se apresentaram de maneira mais evidente durante a construção dos roteiros do jogo.

A troca de experiências entre os estudantes também foi um fator metodológico importante para estabelecer um ambiente de aprendizagem colaborativa, seja para auxiliar o colega a jogar, solucionar problemas de configuração do celular, sugerir modos de superar os obstáculos do jogo, ou desafiar colegas para atingir pontuações maiores. Esse processo constrói um espaço rico de interações com finalidades de aprender.

Na construção dos roteiros, foi interessante verificar que os estudantes enxergaram nessa atividade uma maneira de revisar e compreender o conteúdo, já que deveriam construí-los procurando incluir, em elementos do jogo, conceitos estudados durante as aulas. A abertura ao questionamento e pesquisas com uso do aparelho celular em relação aos roteiros apresentados permitiu trabalhar o interesse do estudante e a busca autônoma de soluções, além da realização de discussão e esclarecimentos sobre conceitos que ainda não haviam sido compreendidos.

O posicionamento da professora diante desses equívocos que surgiram é importante e evidencia mais uma vez a necessidade de sua mudança de postura. Ao invés de apresentar o conhecimento científico aceito como correto, a professora questionou os estudantes até que eles compreendessem a incoerência da explicação do conceito errôneo.

Entretanto, apesar de alguns equívocos os estudantes construíram roteiros criativos, mostrando sua maneira de enxergar o jogo, acrescentando-lhe, experiências presentes em sua rotina. O fato deles conseguirem abordar os conceitos no jogo, já permite inferir uma compreensão deste por parte dos estudantes.

Também foi verificado que apesar de os estudantes inicialmente se mostrarem interessados na construção dos roteiros, um grupo na primeira aplicação não demonstrou empenho na realização das atividades propostas durante o projeto. Esse aspecto negativo, permite considerar que as propostas de trabalho discutida pela professora nem sempre irão atingir a sala como um todo, mas é importante que ele sempre procure estimular os estudantes a se envolverem em seu desenvolvimento.

Em relação aos fatores que podem ser melhorados nas próximas aplicações da sequência didática proposta estão:

- Melhorar o material de leitura, a ser estudado nos momentos extraclasse, acrescentando recursos, como vídeo, simuladores e tornando-o mais interessantes aos estudantes.

- Encontrar alternativas, a partir da identificação da cultura digital e dos estilos de aprendizagem dos estudantes, para motivar aqueles que não se mostraram interessados em realizar as atividades propostas, principalmente aquelas extraclasse.

- Utilizar ao invés dos cartões de resposta, um recurso tecnológico digital que permita aos estudantes ter um feedback melhor da professora em relação às respostas.

- Melhorar o recurso/ambiente virtual de aprendizagem utilizado para a postagem das atividades, permitindo um melhor diálogo entre os estudantes e o professor.

- Acrescentar ao jogo Zum as melhorias e as fases sugeridas pelos estudantes, de forma que percebam que fazem parte realmente da construção do jogo.

- Introduzir nas aulas presenciais, atividades experimentais que permitam os estudantes melhorarem a compreensão de alguns conceitos e fenômenos relativos a ondulatória.

Consideramos que essas modificações podem tornar a sequência didática mais atrativa para os estudantes, além de melhorar a construção dos conhecimentos propostos.

Apesar da professora acreditar que irá atrair a atenção de todos os estudantes com uma proposta de atividades e que eles irão se sentir parte integrante do processo, isso nem sempre acontece. O que é interessante para um estudante,

pode não ser para os demais. As tarefas sugeridas nem sempre irão se mostrar interessantes a todos os estudantes. O grande desafio da professora é procurar, diante de uma coletividade heterogênea em interesses, aspirações e conhecimentos, fazer com que a maioria enxergue a atividade como algo que lhe acrescente, que lhe favoreça, que integre sua construção como ser humano e como estudante. Contudo, é utópico pensar que toda proposta será realizada e aceita por cem por cento dos estudantes e que todos usufruíram da atividade para sua aprendizagem.

Assim, apesar das melhorias a serem implementadas em aplicações futuras e das dificuldades elencadas é possível inferir como válida a sequência proposta. Essa comprovação se ratifica diante de algumas colocações dos estudantes, *“sei lá, eu me saí melhor nas provas que teve essas aulas”, “Só sei o que é ressonância por causa do jogo”, “Tudo que estava no jogo eu aprendi”, “É porque a partir do momento que você pesquisa pra desenvolver o jogo você aprende coisas novas e revisa conceitos que você já viu.” “... é uma maneira diferente mais interativa da gente aprender.”*

De maneira geral, a utilização de metodologias ativas e propostas metodológicas que coloquem o estudante como elemento central ainda se apresenta um desafio. Ainda mais quando se introduz jogos digitais, no processo de ensino e aprendizagem, seja para ser apenas utilizado, ou para ser desenvolvido, como nesta proposta.

A sequência didática apresentada nessa pesquisa, expressa uma tentativa de modificarmos a maneira com que o conteúdo de Física é abordado nas aulas, inserindo elementos e recursos que possam se apresentar mais interessantes aos estudantes e que possa levar à uma maneira diferente dos professores ensinarem e dos estudantes se envolverem com a disciplina de Física.

## 7. REFERÊNCIAS

- ADRIANI, R. L. S. B. **Jogos e M-Learning: do veículo de comunicação ao instrumento de ensino.**2008. 84 f. Dissertação (Mestrado em Comunicação e Semiótica). Pontifícia Universidade Católica. São Paulo, 2008.
- ALMEIDA, F. N. **Jogo aplicado à educação: experiência escolar com Ensino Fundamental II.**2015. 147 f. Dissertação (Mestrado em Mídias Digitais). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.
- ALVES, L. **Relações entre os jogos digitais e aprendizagem: delineando percurso.** Revista Educação, Formação & Tecnologias, vol. 1(2), p. 3-9, 2008.
- ALVES, L. BIANCHIN, M. A. **O jogo como recurso de Aprendizagem.** Revista Psicopedagogia, vol.27 (83),282-7,2010.
- ALVES, L. R. G. **A cultura lúdica e cultura digital interfaces possíveis.** Revista entreideias, vol. 3, n.2, 101-112, 2014.
- ARAÚJO, I. S., MAZUR, E. **Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos estudantes no processo de ensino aprendizagem de Física.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física. V.30, n.2 p. 362-384, ago,2013.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70 Ltda., 1977.
- BEHRENS, M. A., JOSÉ, E. M. A. **Aprendizagem por projetos e os contratos didáticos.** Revista Diálogo Educacional. V.2 n. 3 p.77-96, jan./jun., 2001. <https://doi.org/10.7213/rde.v2i3.3511>
- BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI [recurso eletrônico].** Porto Alegre: Penso, 2014.
- CÂMARA, B. B. A., **Motivação e Games: o uso do jogo Angry Birds com estudantes para o ensino de física.** 2015, 96 f. Dissertação (Mestrado em Psicologia Cognitiva), Universidade Federal de Pernambuco.
- CASTRO, P. A. C, SOUZA, T. L., MARINHO, R. F., SOUZA, E. D., LUCHESE, R., CISSEBA, S. A., SANDOYAMA, A. S. P., LEAL, G. S., SOUZA, J. C., ANDRADE, M. S., OLIVEIRA, P. H. S. **Ensino de Física: dificuldade dos alunos de Ensino Médio.** Investigação qualitativa em Educação. V. 2, p.421-423, 2014.
- FALCÃO, A., LEITE, M., TENÓRIO, M. **Ferramenta de apoio ao ensino presencial utilizando gamificação e design de jogos.** III Congresso Brasileiro de Informática na Educação (2014), 526-533, 2014. <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2014.526>
- FADEL, M. Luciane, et al. **Gamificação na educação.** São Paulo: Pimenta Cultural, 2014.

FERREIRA, Paula. **Brasil é o segundo país onde os estudantes passam mais tempo na internet nas horas vagas**, 2017. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/sociedade/educacao/brasil-o-segundo-pais-onde-alunos-passam-mais-tempo-na-internet-nas-horas-vagas-21227360>>. Acesso em: 12 de jan.2018.

MARTINS, C. **Gamificação nas práticas pedagógicas: Um desafio para a formação de professores em tempos de cibercultura**.2015. 112 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

MAZUR, E. Peer Instruction: **A revolução da Aprendizagem ativa**. Porto Alegre. Penso. 252 p., 2015.

MENDES, T. G. **Games e Educação: Diretrizes de projetos para Jogos Digitais voltados à aprendizagem**.2012, 134 f. Dissertação (Mestrado em Design). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.

MENDES SOUZA, P. H. **Análise modal experimental utilizando vibrômetro laser Doppler**.2014. 57 f. Trabalho de conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) Universidade Federal de São João del-Rei, 2014.

MEDEIROS, A., MEDEIROS, C. F. **Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física**. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 24, n.º 2, p. 77-86, jun. 2002.

MINAS GERAIS. **Lei n. 14.486**, de 9 de dezembro de 2002.Promulga nos termos 8º do art. 70 da Constituição do Estado de Minas Gerais que fica proibido a conversação em telefone celular e o uso de dispositivo sonoro do aparelho em salas de aula, teatros, cinemas e igrejas. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/143653.pdf>>. Acesso em: 4 de abr. de 2016.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação. **Resolução n.º 2.842**, de 13 de janeiro de 2016. Dispões sobre a carga horária do Ensino Médio da Educação básica de Minas Gerais. Minas Gerais. Disponível em: <<https://www.educacao.mg.gov.br/images/documentos/2842-16-r-republica%C3%A7ao.pdf>> Acesso em: 11 de jan. de 2018.

MOZZATO, A. R., GRZYBOVSKI, D. **Análise do conteúdo como técnica de análise de dados qualitativos no campo da administração: potencial e desafios**. RAC. Vol.15, nº4, p. 731-747, jul./ago. 2011.

MUELLER, L. C. **Uso de recursos computacionais nas aulas de matemática**.2013. 177f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas,). Centro Universitário UNIVATES.Lajeado,2013.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Artmed,2008.

PEDROSA, D. C. Jogo digital educativo envolvendo matemática pré-escolar para crianças usando interface natural do usuário. 2016.109 f. Dissertação (Engenharia Elétrica). Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.

PELIZER, G. **Celular fora de área.** Disponível em: <<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/celular-fora-de-area/750>>. Acesso em 20 de abril de 2016.

REZENDE, F. G. N, NUNES, M., BRANCHER, J. JUNIOR, F. **Jogo eletrônico e sua influência nas emoções do usuário:** Uma análise sobre como os jogos podem estimular emoções relacionadas à aprendizagem. II Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 265 a 274, 2013.

RODRIGUES, L. B. **Aprendizagem ativa por meio da experimentação remota:** um estudo da calorimetria. 2017, 160 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

SANTANA, E. M, REZENDE. **Atividades lúdicas como elementos de aprendizagem no ensino de ciências da natureza.** Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VII Congresso internacional sobre investigação didáctica de las ciencias, Barcelona p. 1007-1011. Disponível em: <<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/293892/382418>>. Acesso em: 5 de Jul.de 2016.

SANTANA, E. M. **O uso do jogo autódromo alquímico como mediador da aprendizagem no ensino de química.**2012,172 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Faculdade da Educação. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SANTOS, F. M. **Análise de conteúdo:** A visão de Laurence Bardin. Revista Eletrônica de Educação. Vol. 6, nº. 1, mai,2012

SEGUNDINHO, P. G. A., DIAS, A.A. **Análise teórica de vibração em passarelas de madeira.** Ciência & Engenharia (*Science & Engeneering Journal*), 01 a 10, dezembro/2009.

SILVA, J. C. **Produção de jogos digitais por jovens:** uma possibilidade de interação com a Matemática. 2016, 227 f. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia 2016.

SILVA, R. R. **Ondas.** (online) 25 de março, 2013 Disponível em: <[http://www.df.ufcg.edu.br/~romulo/fis2/aulas/Ondas\\_aula1.pdf](http://www.df.ufcg.edu.br/~romulo/fis2/aulas/Ondas_aula1.pdf)>. Acesso em: 16 abril de 2016.

TUBA FÍSICA. **Funcionamento do forno de micro-ondas.** 11 maio, 2011. Disponível em:<<http://fisica.tubalivre.com/2011/05/forno-de-micro-ondas-e-o-celular.html>>. Acesso em: 06 de abril de 2016.

VIANA, Odaléa Aparecida. **O conhecimento Geométrico de estudantes do CEFAM sobre figuras espaciais: um estudo das habilidades e dos níveis de conceito**. Campinas, SP, 2000. 249. (Dissertação de mestrado) Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas.

VIEIRA, J. A. **Aprendizagem por projetos na Educação superior: posições tenências e possibilidades**. Travessias. ed.04, 2008. Disponível em: [http://www.unioeste.br/prppg/mestrados/letras/revistas/travessias/ed\\_004/educacao.htm](http://www.unioeste.br/prppg/mestrados/letras/revistas/travessias/ed_004/educacao.htm). Acesso em: 14 de nov. de 2016.

VYGOTSKY, L.S. (1995). *Pensamento e linguagem*. Tradução de Jeferson Luiz de Carvalho. São Paulo: Martins Fontes.

## APÊNDICE A – Planejamento das Aulas – Aplicação Da Pesquisa

- ***Apresentação da metodologia.***

Aula 1– PRESENCIAL
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Os estudantes serão informados sobre o formato das aulas e em como o conteúdo será abordado pelo professor.</li> <li>2. Os estudantes serão instruídos em como fazer o cadastro na plataforma Moodle.</li> </ol>

- ***Ondas I***

Objetivo: Definir o conceito de onda, suas características e sua classificação em relação à natureza de propagação.

Conceitos: Ondas, velocidade, comprimento de onda, período, frequência, onda eletromagnética e mecânica.

Aula 2 – ATIVIDADE PRÉVIA À AULA PRESENCIAL (UTILIZANDO TIC)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Os estudantes devem fazer uma representação do que entende por Onda e enviar para o e-mail informado na plataforma Moodle do Nutec (<a href="http://nutec.ufu.br/moodle">http://nutec.ufu.br/moodle</a>) / Email.</li> <li>2. Os estudantes serão orientados a estudar a apresentação de slides disponibilizada pelo professor na plataforma Moodle/ Email, intitulada como Ondas I (Apêndice B).</li> <li>3. Os estudantes devem responder ao questionário disponibilizado na plataforma Moodle (Apêndice B).</li> <li>4. O professor deve identificar os conceitos cientificamente corretos e incorretos e preparar uma breve explicação para a aula presencial, focando nos problemas detectados e reforçando os conceitos corretos.</li> </ol>
Aula 2– PRESENCIAL
<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Discussão do princípio de onda através das representações feitas pelos estudantes. Questão geradora: Por que você representou uma onda desta forma?</li> </ol>

4. Breve apresentação da explicação preparada anteriormente pelo professor, intitulada como Ondas I (Apêndice F)
5. Pergunta conceitual formulada a partir da identificação dos conceitos expressos pelos estudantes nas atividades extra sala (Apêndice F)
6. Análise das respostas individuais à pergunta formulada
7. Discussão em grupo da pergunta conceitual
8. Apresentação, pelos grupos, da nova resposta à pergunta conceitual
9. Mostra do vídeo “Som no vácuo”, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=rEGO8-zUcEI>
10. Fechamento dos conceitos apresentados em aula.

- **Ondas II**

Objetivo: Definir sua classificação em ao modo de propagação e dimensão de propagação, fase da onda, interferência construtiva e interferência destrutiva.

Conceitos: Classificação das ondas, interferência, fase da onda.

#### Aula 3 – ATIVIDADE PRÉVIA À AULA PRESENCIAL (UTILIZANDO TIC)

1. O professor deverá orientar os estudantes para que estudem a apresentação de slide disponibilizada pelo professor na plataforma Moodle. (<http://nutec.ufu.br/moodle>)/Email. (Apêndice C).
2. Os estudantes devem responder ao questionário disponibilizado na plataforma Moodle (Apêndice C) /Email.
3. O professor deve identificar os conceitos cientificamente corretos e incorretos e preparar uma breve explicação para a aula presencial, focando nos problemas detectados e reforçando os conceitos corretos.

#### Aula 3 – PRESENCIAL

4. Breve apresentação da explicação preparada anteriormente pelo professor, intitulada Ondas II (Apêndice F)
5. Pergunta conceitual formulada a partir da identificação dos conceitos expressos pelos estudantes nas atividades extra sala
6. Análise das respostas individuais à pergunta formulada

7. Discussão em grupo da pergunta conceitual
8. Apresentação, pelos grupos, da nova resposta à pergunta conceitual
9. Fechamento das ideias apresentadas em aula.

- **Ondas III.**

Objetivo: Compreender os conceitos de refração, reflexão, difração e polarização. Perceber aplicação desses conceitos em objetos no cotidiano.

Conceitos: Reflexão e Refração, Difração e Polarização.

#### Aula 4 – ATIVIDADE PRÉVIA À AULA PRESENCIAL (UTILIZANDO TIC)

1. Orientar que os estudantes estudem a apresentação de slide disponibilizada pelo professor na plataforma Moodle/Email. (<http://nutec.ufu.br/moodle>) (Apêndice D).
2. Solicitar que os estudantes respondam ao questionário disponibilizado na plataforma Moodle/Email (Apêndice D).
3. O professor deve identificar os conceitos cientificamente corretos e incorretos e preparar uma breve explicação para a aula presencial, focando nos problemas detectados e reforçando os conceitos corretos.

#### Aula 4 – PRESENCIAL

4. Breve apresentação da explicação preparada anteriormente pelo professor, intitulada Ondas III (Apêndice F)
5. Pergunta conceitual formulada a partir da identificação dos conceitos expressos pelos estudantes nas atividades extra sala
6. Análise das respostas individuais à pergunta formulada
7. Discussão em grupo da pergunta conceitual
8. Apresentação, pelos grupos, da nova resposta à pergunta conceitual
9. Vídeo reflexão e refração disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=N7NilzmSfwk>
10. Vídeo óculos escuro polarizado e não polarizado disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=TjttXUJsqwY>
11. Fechamento das ideias apresentadas em aula.

- **Ondas IV**

Objetivo: Compreender os conceitos relacionado as ondas sonoras.

Conceitos: Qualidades fisiológicas do som, Efeito Doppler, Ressonância, Efeito Doppler da luz, Batimento, ondas estacionárias.

Aula 5 – ATIVIDADE PRÉVIA À AULA PRESENCIAL (UTILIZANDO TIC)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Orientar que os estudantes estudem a apresentação de slide disponibilizada pelo professor na plataforma Moodle/Email. (<a href="http://nutec.ufu.br/moodle">http://nutec.ufu.br/moodle</a>) (Apêndice E).</li> <li>2. Os estudantes devem responder ao questionário disponibilizado na plataforma Moodle/Email (Apêndice E).</li> <li>3. O professor deve identificar os conceitos cientificamente corretos e incorretos e preparar uma breve explicação para a aula presencial, focando nos problemas detectados e reforçando os conceitos corretos.</li> </ol>
Aula 5 – PRESENCIAL
<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Breve apresentação da explicação preparada anteriormente pelo professor, intitulada Ondas IV (Apêndice F)</li> <li>5. Pergunta conceitual formulada a partir da identificação dos conceitos expressos pelos estudantes nas atividades extra sala</li> <li>6. Análise das respostas individuais à pergunta formulada</li> <li>7. Discussão em grupo da pergunta conceitual</li> <li>8. Apresentação, pelos grupos, da nova resposta à pergunta conceitual</li> <li>9. Vídeo frequência, ressonância e Batimento disponível em <a href="https://www.youtube.com/watch?v=UitcHO8PYt8">https://www.youtube.com/watch?v=UitcHO8PYt8</a></li> <li>10. Fechamento das ideias apresentadas em aula.</li> </ol>

Na segunda etapa da metodologia os estudantes irão trabalhar com o jogo digital ZUM (Figura 3), que foi criado por uma equipe de estudantes da graduação em conjunto com a autora deste trabalho e seu orientador. Ao abrirem o jogo, os estudantes terão a possibilidade de encontrar informações acerca de como jogá-lo no link Treinamento (Figuras 3 e 4).



Figura 3 - Tela de abertura o jogo Zum.



Figura 4 - Apresentação inicial jogo Zum.



Figura 5 - Fase treinamento jogo Zum.

A metodologia utilizada nessa etapa do processo de ensino-aprendizagem será o Aprendizagem em Projeto em conjunto com o Ensino sob Medida. Nesta etapa os estudantes irão acessar a plataforma Moodle/Email onde realizarão algumas atividades propostas antes da aula. O objetivo dessa segunda etapa é que os estudantes percebam os conceitos abordados no jogo e consigam, através do conteúdo tratado, associá-los ao jogo como forma de evidenciar o conhecimento aprendido, além de fazer com que eles se envolvam no processo de desenvolvimento do jogo.

As atividades serão propostas a seguir:

#### AULA 6 – ATIVIDADE PRÉVIA A AULA PRESENCIAL (UTILIZANDO TIC)

O aluno irá acessar a plataforma Moodle, onde estará a seguinte atividade:

- 1) Você deverá jogar observando com atenção os acontecimentos ao longo do percurso. Você deve registrar em vídeo, de curta duração, o momento em que estiver jogando, colocando-o em anexo.

Após o aluno entrar em contato com o jogo ele deverá responder o questionário com as perguntas a seguir:

- 1) Qual fenômeno físico está relacionado com a destruição das caixas no jogo?
- 2) Explique a relação entre o fenômeno abordado na pergunta 1 com o fenômeno que permite o acionamento da ponte?
- 3) Relate qual a finalidade do painel solar e qual a função do fóton para o funcionamento do celular?

#### AULA 6 - PRESENCIAL

Em sala os estudantes serão divididos em grupos para discutirem as perguntas respondidas extraclasse, possibilitando-os refletir e argumentar sobre os possíveis conceitos de ondas contidos no jogo. Cada grupo fará um breve relato sobre a conclusão e, ao final, o professor fará um fechamento, apontando os equívocos e acertos sobre as questões que foram propostas.

Após a apresentação dos grupos o professor faz a explanação de alguns conceitos importantes abordados no jogo como: Fóton, Funcionamento do Painel solar e do aparelho de micro-ondas. (Apêndice N)

#### AULA 7 – ATIVIDADE PRÉVIA A AULA PRESENCIAL (UTILIZANDO TIC)

Nesta aula os estudantes serão estimulados a montar uma sequência para o jogo utilizando os conceitos que foram trabalhados ao longo das aulas. Eles postarão suas propostas na plataforma Moodle, permitindo o acesso do professor às suas ideias antes da aula; assim, os eventuais equívocos dos estudantes poderão ser trabalhados durante a aula, otimizando o tempo de aula.

#### AULA 7 – PRESENCIAL.

Em sala, o professor fará um experimento com os estudantes que remete a um conceito abordado no jogo. Os estudantes deverão trazer uma explicação para o experimento na próxima aula. (Apêndice O)

Em seguida os estudantes voltam a se agrupar para a discussão do roteiro do jogo.

#### AULA 8– PRESENCIAL.

Em sala, os estudantes apresentam a explicação sobre a atividade experimental dando continuidade o professor faz explicações conceituais sobre o experimento.

Em seguida os estudantes retomam os grupos para discussão do roteiro do jogo.

#### AULA 9– PRESENCIAL.

Em sala, os estudantes discutirão suas propostas das fases do jogo em grupo, para construção do roteiro.

#### AULA 10– PRESENCIAL.

Em sala, os estudantes irão apresentar as fases para os colegas de sala.

#### AULA 11– PRESENCIAL.

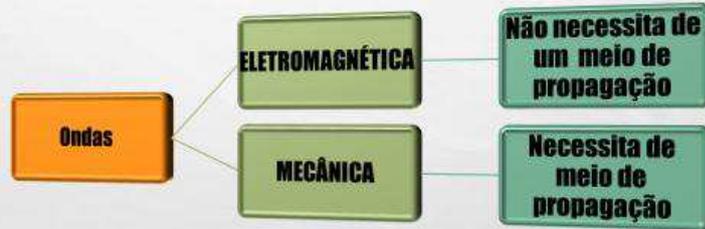
Em sala, os estudantes responderão ao um questionário proposto pelo professor. Os estudantes responderão as questões oralmente. (Apêndice H)

**APÊNDICE B – Material de estudo e questionário prévio à aula presencial 1**

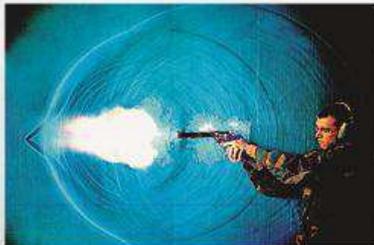


# CLASSIFICAÇÃO

- EM RELAÇÃO A NATUREZA:



# CLASSIFICAÇÃO

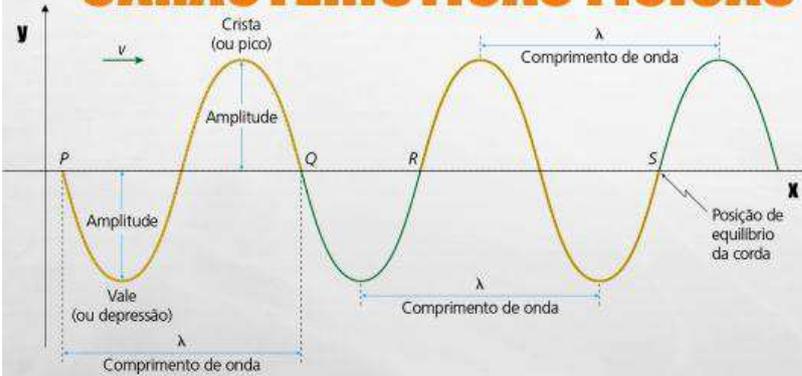


Exemplo de onda mecânica: Onda sonora esférica no ar.



Exemplo de onda Eletromagnética: Luz

## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS



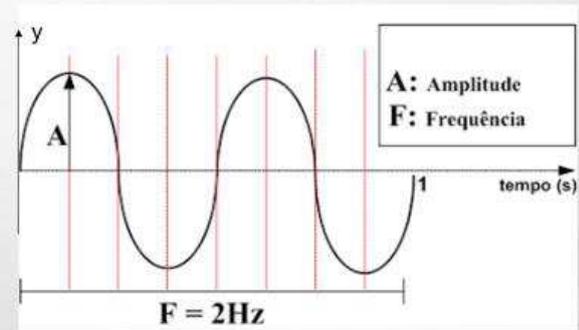
$\lambda$  = distância entre duas cristas ou dois vales.

$A$  (amplitude) = Distância que vai da linha de equilíbrio até o ponto máximo de uma crista ou até o ponto mínimo de um vale.

$v$  = Velocidade de propagação da onda

## FREQUÊNCIA

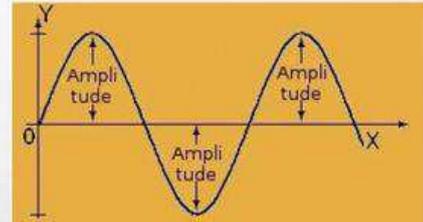
- Número de oscilações completas em uma unidade de tempo
- Uma oscilação completa é o movimento de subida e descida da onda.
- A frequência depende da fonte geradora.



Fonte: <http://falciuso.blogspot.com.br/2013/03/o-espectro-eletromagnetico-na-natureza.html>

## AMPLITUDE

- **RELACIONA-SE COM A ENERGIA TRANSPORTADA PELA ONDA;**
- **QUANTO MAIOR A AMPLITUDE MAIS ENERGIA.**

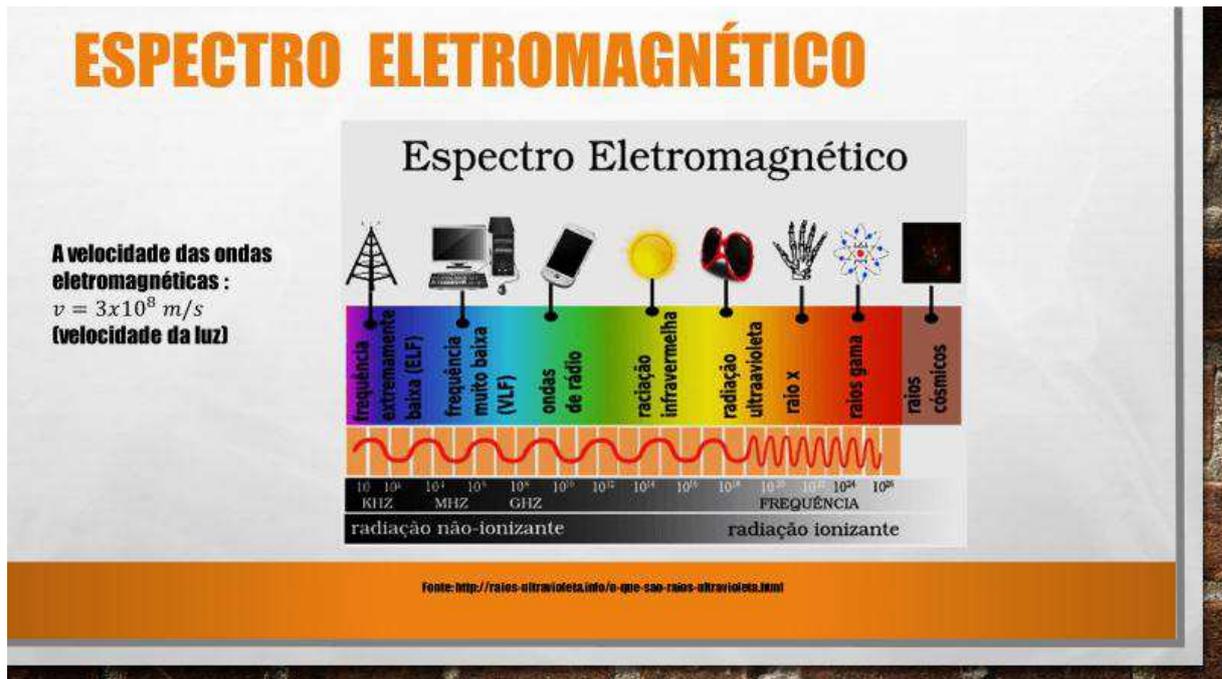


Fonte: <https://anamota3.wordpress.com/2012/01/17/caracteristicas-do-som-frequencia-amplitude-e-timbre/>

## FREQUÊNCIA E CORES DA LUZ

Luz	Comprimento de onda ( $10^{-7}$ m)	Frequência ( $10^4$ Hz)
Violeta	4,0 a 4,5	6,7 a 7,5
Anil	4,5 a 5,0	6,0 a 6,7
Azul	5,0 a 5,3	5,7 a 6,0
Verde	5,3 a 5,7	5,3 a 5,7
Amarela	5,7 a 5,9	5,0 a 5,3
Alaranja	5,9 a 6,2	4,8 a 5,0
Vermelho	6,2 a 7,5	4,0 a 4,8

A frequência e comprimento de onda são inversamente proporcionais, quanto maior a frequência menor o comprimento de onda e vice-versa.



### QUESTIONÁRIO DA ATIVIDADE PRÉVIA À AULA PRESENCIAL 1

- 1) Faça um desenho que, para você, represente uma onda.
- 2) Há alguma relação entre a propagação de perturbações na superfície da água, o som da buzina do carro que chega aos nossos ouvidos e a luz que é emitida pelo Sol e que aquece e ilumina a Terra?
  - a. Não existe, pois, eles são de naturezas diferentes.
  - b. Sim, pois todos fenômenos são perturbações em uma região.
- 3) Nas perturbações citadas na pergunta anterior existe o transporte de matéria no movimento destas?
  - a) Sim pois as perturbações na água deslocam objetos.
  - b) Sim, pois o Sol faz com que a luz chegue até nós.
  - c) Sim pois o som é transportado pelo vento, logo ele transporta matéria.
  - d) Não, todas as perturbações apresentadas transportam apenas energia e não matéria.
- 4) (Mackenzie – SP) Considere as seguintes afirmações:
  - I. As ondas mecânicas não se propagam no vácuo.
  - II. As ondas eletromagnéticas se propagam somente no vácuo.
  - III. A luz se propaga tanto no vácuo como em meios materiais, por isso é uma onda eletromecânica.

Assinale:

- a) Se somente a afirmação I for verdadeira.
- b) Se somente a afirmação II for verdadeira.
- c) Se as afirmações I e II forem verdadeiras.

- d) Se as afirmações I e III forem verdadeiras.  
e) Se as três afirmações forem verdadeiras.
- 5) Explique, sucintamente, quais conceitos que foram compreendidos e quais não foram do material que foi estudado?

### APÊNDICE C – Material de estudo e questionário prévia à aula presencial 2



## CLASSIFICAÇÃO – MODOS DE PROPAGAÇÃO

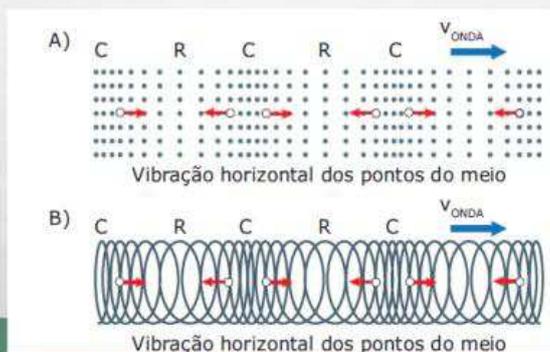
- **Ondas transversais:** os pontos de propagação oscilam perpendicular A direção de propagação da onda. Ex: Ondas em uma corda.



Fonte: Livro Bernoulli pg.48

## CLASSIFICAÇÃO – MODOS DE PROPAGAÇÃO

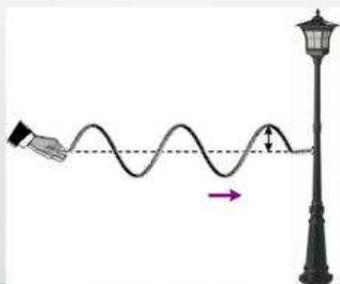
- **Ondas longitudinais:** pontos de propagação oscilam da mesma direção de propagação da onda.  
Ex: onda sonora



Fonte: Livro Bernoulli pg.48

## CLASSIFICAÇÃO – DIMENSÃO DE PROPAGAÇÃO

- **Ondas unidimensionais:** propagam em uma dimensão do espaço. Ex: ondas em uma corda.



Fonte: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/upload/conteudo/ondas2.jpg>

## CLASSIFICAÇÃO – DIMENSÃO DE PROPAGAÇÃO

- **Ondas bidimensionais:** ondas que propagam em duas dimensões. Ex: ondas em um lago.



Fonte: [https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/920910/mod\\_book/chapter/2671/mec/Books/Book1/img5.jpg](https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/920910/mod_book/chapter/2671/mec/Books/Book1/img5.jpg)

## CLASSIFICAÇÃO – DIMENSÃO DE PROPAGAÇÃO

- **Ondas tridimensionais:** propagam em três dimensões. Ex: som.



Fonte: <http://capricho.abril.com.br/blogs/techgirls/5-aplicativos-para-escutar-musica-online/>

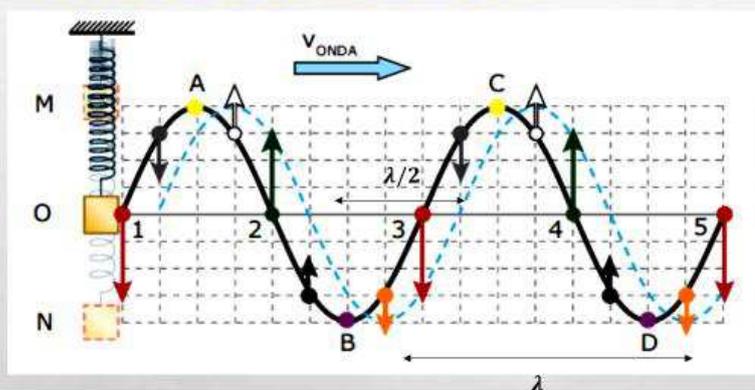
## FASE DE UMA ONDA

- PARA VERIFICAR SE DOIS OU MAIS PONTOS EM UMA ONDA ESTÃO EM FASE:

- VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO.
- POSIÇÃO.
- ACELERAÇÃO.

- Os pontos em uma onda estão em fase se a distância entre eles é um múltiplo inteiro de lambda:  $\lambda, 2\lambda, 3\lambda, \dots, n\lambda$ .
- Os pontos em uma onda estão em oposição de fase se a distância entre eles for um múltiplo ímpar da metade do comprimento de onda:  $\lambda/2, 3\lambda/2, 5\lambda/2, \dots, n\lambda/2$  ( $n=1,3,5,7,9\dots$ )

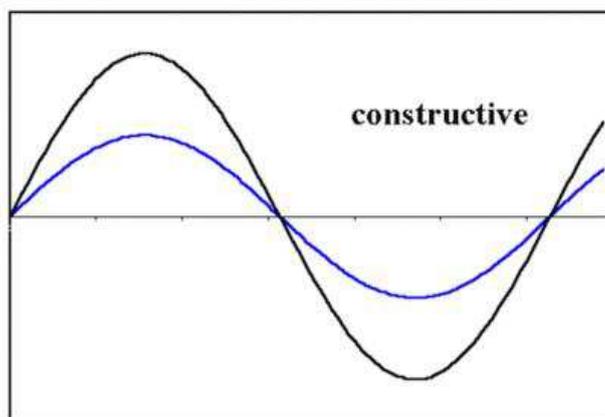
## FASE DE UMA ONDA



Pontos em fase: 1,3,5 ou 2 e 4  
ou A e C ou B e D.

Pontos em oposição de fase: 2 e 4 com 1, 3 e 5 ou A e C com B e D.

## SUPERPOSIÇÃO DE ONDAS

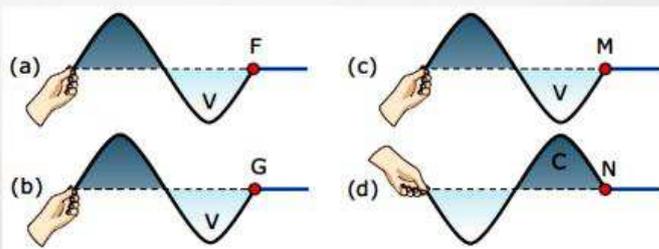


Fonte: <https://gifsdefisica.wordpress.com/gifs-de-molas-e-movimento-ondulatorio/>

## FASE DE ONDA

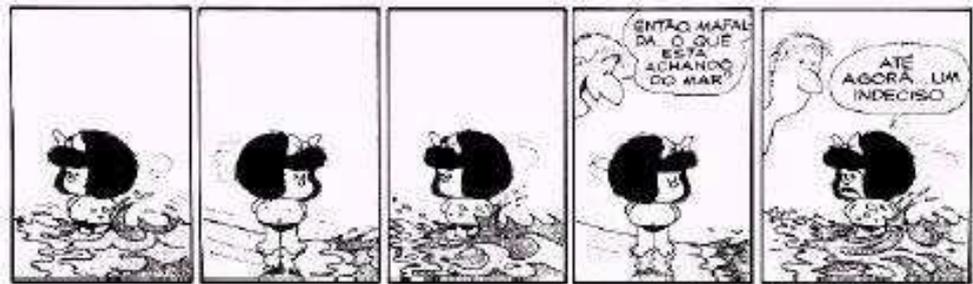
Ondas em cordas diferentes:

- A e B estão em fase;
- C e D estão em oposição de fase;



## QUESTIONÁRIO DA ATIVIDADE PRÉVIA À AULA PRESENCIAL 2

1)



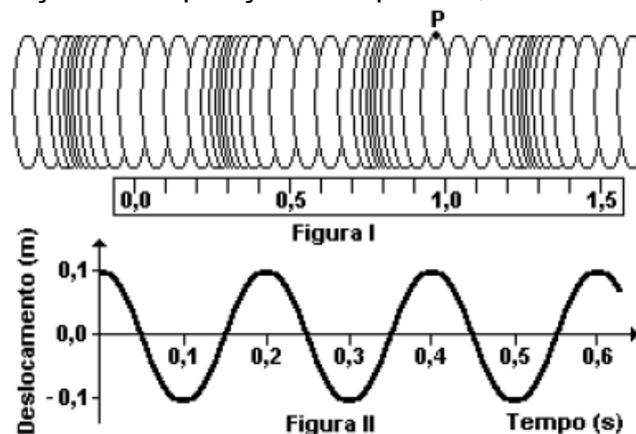
(Quino, *Toda Mafalda.*)

Com respeito às características das ondas, observe as afirmações:

- I. unidimensionais são ondas que se propagam em um único plano, como por exemplo, as que ocorrem na superfície de um lago;
- II. Ondas sonoras no ar atmosférico são exemplos de ondas tridimensionais;
- III. Ondas eletromagnéticas, como as de rádio, podem propagar-se no vácuo;
- IV. Quando geradas em cordas de instrumentos sonoros, são consideradas mecânicas quanto à natureza e longitudinais quanto à direção de propagação.

Está correto o contido apenas em

- a) I e II.
  - b) I e III.
  - c) I e IV.
  - d) II e III.
  - e) II e IV.
- 2) (UFMG) A figura I mostra, em determinado instante de tempo, uma mola na qual se propaga uma onda longitudinal. Uma régua de 1,5 m está colocada a seu lado. A figura II mostra como o deslocamento de um ponto P da mola, em relação a sua posição de equilíbrio, varia com o tempo.



As melhores estimativas para o comprimento de onda  $\lambda$  e para o período  $T$  dessa onda são.

- a)  $\lambda = 0,20 \text{ m}$  e  $T = 0,50 \text{ s}$
- b)  $\lambda = 0,20 \text{ m}$  e  $T = 0,20 \text{ s}$
- c)  $\lambda = 0,50 \text{ m}$  e  $T = 0,50 \text{ s}$
- d)  $\lambda = 0,50 \text{ m}$  e  $T = 0,20 \text{ s}$

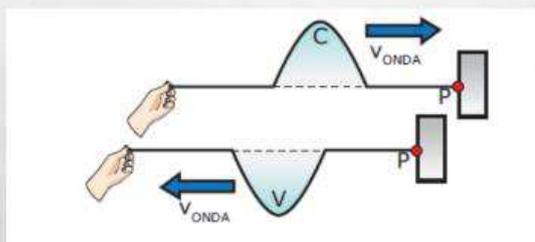
3) Explique em poucas linhas quais conceitos que foram compreendidos e quais não foram, do material que foi estudado?

### APÊNDICE D – Material de estudo e questionário, prévia a aula presencial 3



# REFLEXÃO

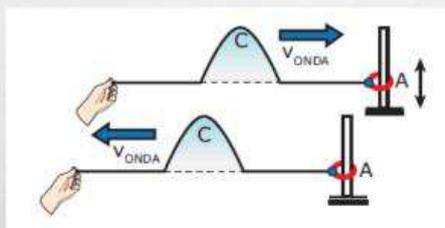
- NO PROCESSO DE REFLEXÃO NÃO HÁ MUDANÇA DE MEIO.
  - REFLEXÃO EM UMA CORDA COM EXTREMIDADE FIXA: INVERSÃO DE FASE
  - FREQUÊNCIA, VELOCIDADE E COMPRIMENTO DE ONDA NÃO SE ALTERAM.



Fonte: Livro 5 Bernoulli

# REFLEXÃO

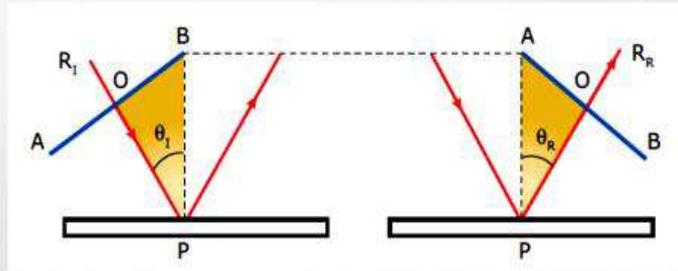
- REFLEXÃO EM UMA CORDA COM EXTREMIDADE MÓVEL:
  - FASE, FREQUÊNCIA, VELOCIDADE, COMPRIMENTO DE ONDA NÃO SE ALTERAM.



Fonte: Livro 5 Bernoulli

# REFLEXÃO

Ondas planas:  $\theta_i = \theta_r$

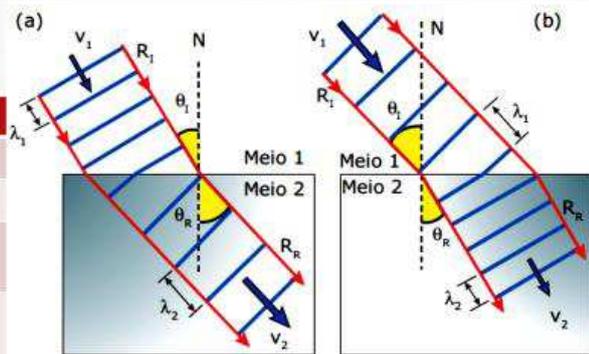


Livro 5 Bernoulli

# REFRAÇÃO

	Fig. (a)	Fig. (b)
Velocidade	Aumenta	Diminui
Frequência	Não altera	Não altera
Comprimento de onda	Aumenta	Diminui
Ângulo de refração	Aumenta	Diminui
Raio de Onda	Afasta	Aproxima

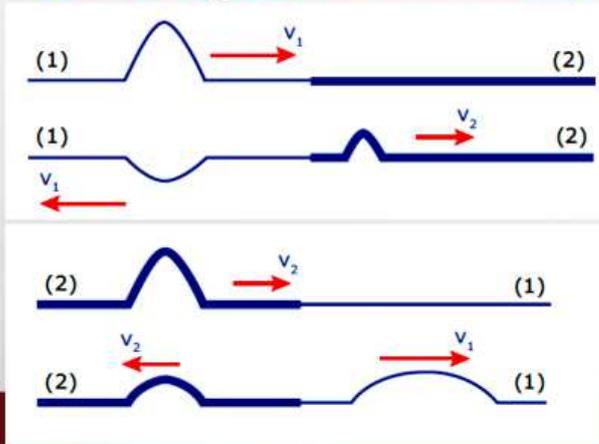
$$\frac{\text{sen}\theta_I}{\text{sen}\theta_R} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$



$$v_2 > v_1 \Rightarrow \begin{cases} f_2 = f_1 \\ \lambda_2 > \lambda_1 \\ \theta_r > \theta_i \end{cases} \quad v_2 < v_1 \Rightarrow \begin{cases} f_2 = f_1 \\ \lambda_2 < \lambda_1 \\ \theta_r < \theta_i \end{cases}$$

Livro 5 Bernoulli

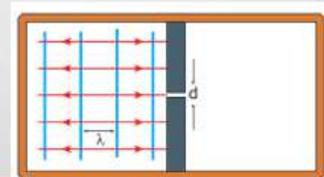
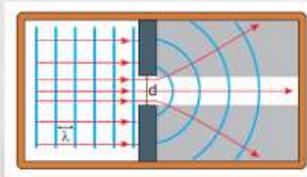
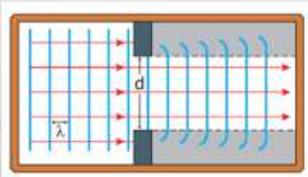
## REFRAÇÃO E REFLEXÃO



- Menor a densidade da corda maior a velocidade.
- Frequência não se altera, pois depende na fonte geradora.
- Onda no ponto de encontro com a corda de densidade maior (primeira imagem), ocorre a inversão de fase da onda refletida.
- Onda no ponto de encontro com a corda de densidade menor (segunda imagem), não ocorre inversão de fase.

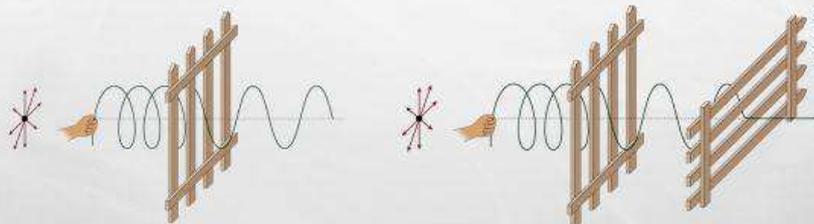
## DIFRAÇÃO

- ALGUMAS ONDAS AO SE DEPARAREM COM ABERTURAS (ORIFÍCIOS) SE PROPAGAM EM TODAS DIREÇÕES.
  - SE  $\lambda \ll d$  DIFRAÇÃO POUCA ACENTUADA.
  - SE  $\lambda \cong d$  DIFRAÇÃO MUITO ACENTUADA.
  - SE  $\lambda \gg d$  NÃO OCORRE DIFRAÇÃO.
  - SENDO  $\lambda$  COMPRIMENTO DE ONDA E  $d$  TAMANHO DO ORIFÍCIO.



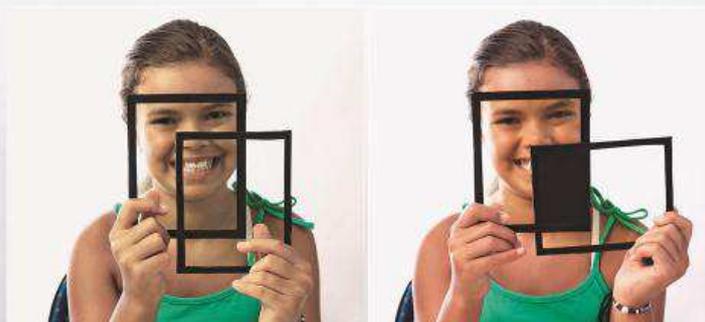
## POLARIZAÇÃO

- É O PROCESSO NO QUAL A ONDA PASSA A VIBRAR EM UM ÚNICO PLANO DE VIBRAÇÃO.
- OCORRE COM ONDAS TRANSVERSAIS. EX: LUZ.



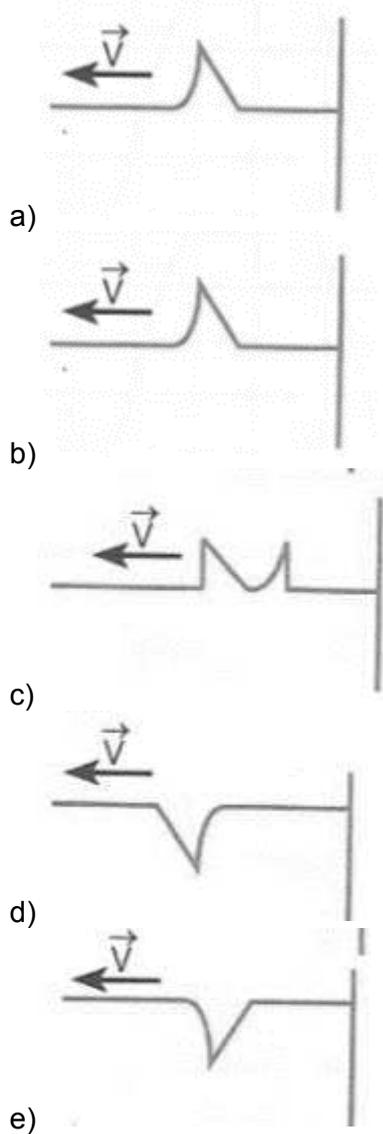
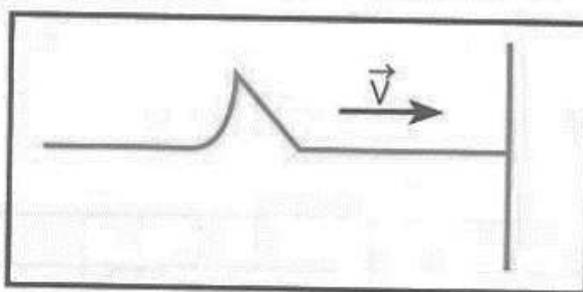
Polaroides mecânicos. As grades selecionam os planos de vibração.

## POLARIZAÇÃO



### QUESTIONÁRIO DA ATIVIDADE PRÉVIA À AULA PRESENCIAL 3

- 1) FVG) A figura mostra um pulso que se aproxima de uma parede rígida onde está fixada a corda. Supondo que a superfície reflita perfeitamente o pulso, deve-se esperar que no retorno, após uma reflexão, o pulso assumira a configuração indicada em



- 2) (UFLA) uma onda periódica se propaga numa corda fina com velocidade de 8,0 m/s e comprimento igual a 40 cm. Essa se transmite para outra corda grossa em que a velocidade de propagação é de 6,0 m/s.



Na corda grossa, essa onda periódica tem frequência em Hz e comprimento de onda em cm, respectivamente, iguais a

- a) 20 e 60
  - b) 20 e 30
  - c) 15 e 60
  - d) 15 e 30
  - e) 15 e 20
- 3) Para que ocorra difração a onda deve encontrar:
- a) Uma venda ou obstáculo de dimensões da mesma ordem de grandeza do seu comprimento de onda.
  - b) Uma fenda de dimensões muito menores que seu comprimento de onda.
  - c) Um obstáculo de dimensões muito menores que seu comprimento de onda.
  - d) Uma fenda de dimensões muito maiores que seu comprimento de onda.
- 4) Explique em poucas linhas quais conceitos que foram compreendidos e quais não foram do material que foi estudado?

## APÊNDICE E – Material de estudo e questionário prévia à aula presencial 4



## ONDAS SONORAS

- Som é uma perturbação de pressão que pode excitar o sistema auditivo humano por vibrações produzidas no **tímpano**.

The diagram shows a horizontal axis representing the acoustic spectrum. It is divided into three main sections: "Infrassom" (red arrow pointing left), "SOM" (yellow arrow pointing right), and "Ultrassom" (blue arrow pointing right). Key frequency markers are indicated with vertical lines and labels: "20 Hz" at the start of the audible range, "Notas baixas" (low notes) above it, "20 kHz" at the end of the audible range, "Animais" (animals) above it, "2 MHz" at the start of the ultrasonic range, "Diagnóstico em medicina" (medical diagnosis) above it, and "200 MHz" at the end of the ultrasonic range. A small vertical label "ACQUILINO BECCO" is on the right side of the diagram.

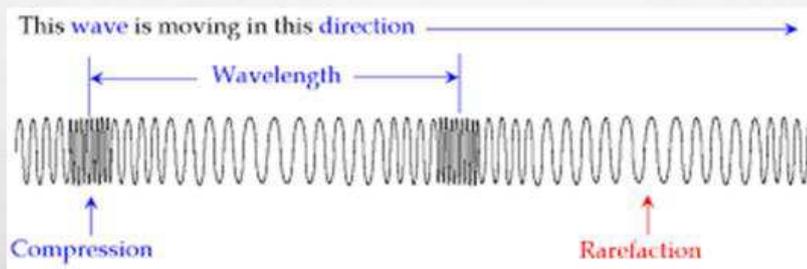
**Espectro acústico audível e inaudível**

*Obs.:* Esses valores podem variar de pessoa para pessoa ou, para uma mesma pessoa, ao longo da sua vida.

# ONDAS SONORAS



# ONDAS SONORAS



## QUALIDADES FISIOLÓGICAS

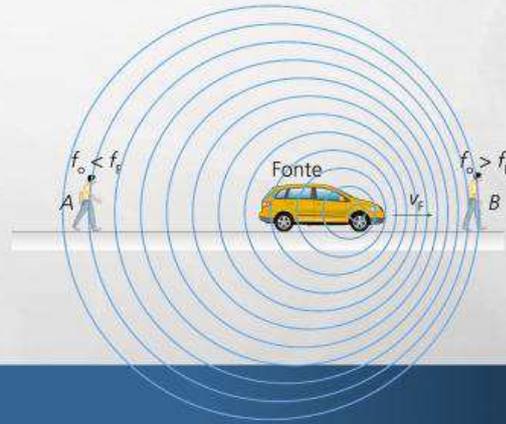


## EFEITO DOPPLER

- **Efeito:** alteração na **frequência** das ondas recebidas por um observador.
- **Causa:** movimento relativo de **afastamento** ou de **aproximação** entre observador e fonte.
- O comprimento da onda também se altera quando há movimento da fonte.
- A frequência da fonte geradora não é alterada

## EFEITO DOPPLER

- $f_{aparente} = f_{fonte} \left( \frac{v_{som} \pm v_{observador}}{v_{som} \mp v_{fonte}} \right)$
- + no numerador e - no denominador = APROXIMANDO
- - no numerador e + no denominador = AFASTANDO



## RESSONÂNCIA

- É o fenômeno no qual quando uma fonte sonora produz um som cuja frequência seja igual a frequência natural de oscilação do corpo, provocando amplitudes elevadas de oscilação aumentando a energia do corpo.



Fonte: <http://www.seara.ufc.br/tiitim/fisica/ressonancia/ressonancia6.htm>

Ponte do rio Tacoma (Washington, EUA) é um exemplo do fenômeno de ressonância.

<sup>2</sup> É importante o professor ressaltar para a turma que a queda da ponte do rio Tacoma não ocorreu devido apenas ao fenômeno de ressonância. Explicações recentes colocam que a queda da ponte ocorreu devido a uma condição aerodinamicamente induzida de auto-excitação ou amortecimento negativo em um grau de liberdade torsional. Uma das possíveis fontes que falam sobre a explicação da queda esta disponível pelo link : <http://www.astroph.org/2015/04/06/ponte-tacoma-narrows-1940-um-estudo-dos-efeitos-nao-lineares/>

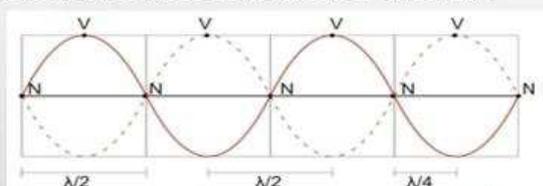
## EFEITO DOPPLER DA LUZ

- SÓ É PERCEPTÍVEL PARA SE A FONTE LUMINOSA FOR VELOZ.

Fonte se afasta	Frequência aparente < frequência da fonte	Desvio para o vermelho
Fonte se aproxima	Frequência aparente > Frequência da fonte	Desvio para o violeta

## ONDAS ESTACIONÁRIAS

- Ocorre quando duas ondas, de mesma amplitude, frequência e comprimento de onda, porém em sentidos contrários, se encontram



- Nós(N) – Pontos de amplitude nula.
- Ventres (V) – Pontos de amplitude máxima.
- Não há fluxo de energia ao longo de uma onda estacionária

Distância entre dois nós ou dois ventres.

Distância entre um nó e um ventre

## BATIMENTO

- É o fenômeno que ocorre quando duas ondas, de mesma direção, mesma amplitude e frequências ligeiramente diferentes se superpõem.
- Toda vez que a intensidade do som resultante passa por um máximo, ocorre o batimento.

ACESSE O SITE ABAIXO PARA VER UMA SIMULAÇÃO SOBRE BATIMENTO.

- [HTTP://PORTALDOPROFESSOR.MEC.GOV.BR/STORAGE/RECURSOS/923/FIS\\_BATIMENTO.NTM](http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/recursos/923/fis_batimento.htm)

### QUESTIONÁRIO DA ATIVIDADE PRÉVIA À AULA PRESENCIAL 4

- 1) Durante um show musical numa casa de espetáculos, dois amigos, Antônio e Paulo, conseguem lugares diferentes na plateia. Antônio senta-se em uma posição situada a 20 m das caixas de som enquanto Paulo a 60m delas. Com relação ao som produzido por um violão podemos afirmar que:
  - a) O som ouvido por Antônio possui timbre diferente do ouvido por Paulo.
  - b) O som ouvido por Antônio possui intensidade menor do que o ouvido por Paulo.
  - c) O som ouvido por Paulo possui altura maior do que o ouvido por Antônio.
  - d) O som ouvido por Antônio possui intensidade maior do que o ouvido por Paulo.
  - e) Antônio e Paulo ouvem o som com mesmo, timbre, porém, com alturas diferentes.
- 2) Um muro muito espesso separa duas pessoas em uma região plana, sem outros obstáculos, como mostra a figura. As pessoas não se veem, mas, apesar do muro, se ouvem claramente. Explique porque elas podem se ouvir.
- 3) (UNESP)nas últimas décadas, o cinema tem produzido inúmeros filmes de ficção científica com cenas de guerras espaciais, como mostra Guerra nas estrelas. Com exceção de 2001, uma odisseia no espaço, essas cenas apresentam explosões com estrondos impressionantes, além de feitos luminosos espetaculares, tudo isso no espaço interplanetário.
  - a) Comparando Guerra nas estrelas, que apresenta efeitos sonoros e explosão, com 2001, uma odisseia no espaço, que não os apresenta, qual deles está de acordo com as leis da Física? Justifique.
  - b) E quanto aos efeitos luminosos que todos apresentam? Justifique.

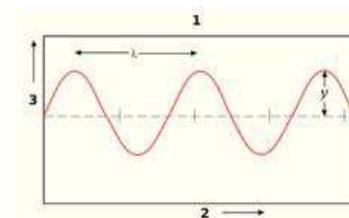
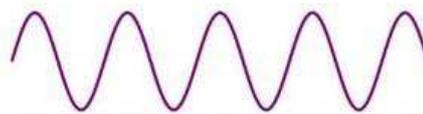
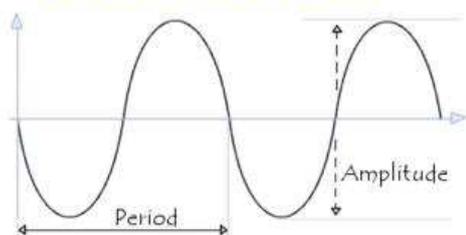
- 4) Explique em poucas linhas quais conceitos que foram compreendidos e quais não foram do material que foi estudado?

## APÊNDICE F– Material utilizado nas aulas presenciais

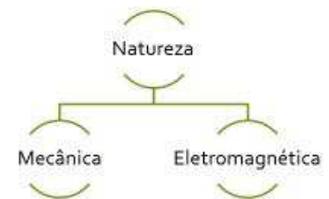
# ONDAS I

Prof: Jéssica Martins

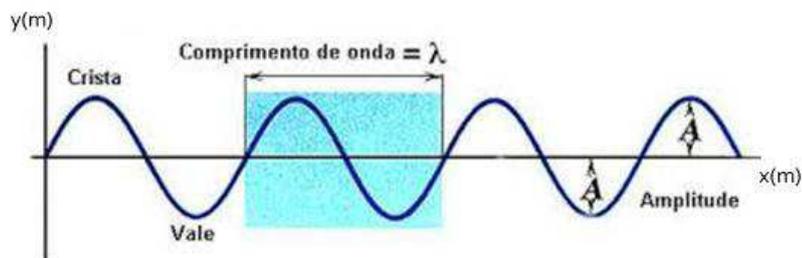
Porque as ondas foram representadas dessa maneira?



## ONDAS????!!

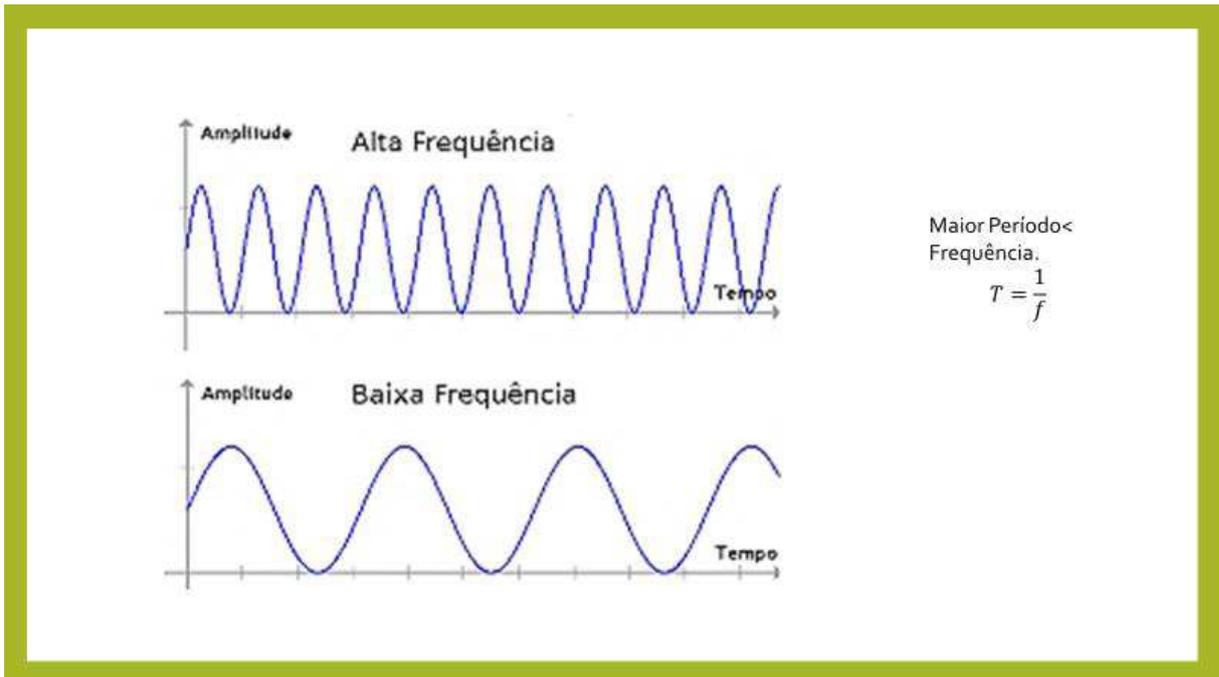


## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS



$$v = \lambda \cdot f$$

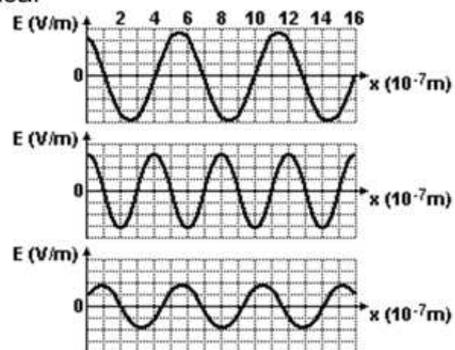
$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$



1) Cada figura seguinte representa, num dado instante, o valor (em escala arbitrária) do campo elétrico  $E$  associado a uma onda eletromagnética que se propaga no vácuo ao longo do eixo  $x$ , correspondente a uma determinada cor. As cores representadas são violeta, verde e laranja, não necessariamente nesta ordem. Sabe-se que a frequência da luz violeta é a mais alta dentre as três cores, enquanto a da luz laranja é a mais baixa.

Identifique a alternativa que associa corretamente, na ordem de cima para baixo, cada cor com sua respectiva representação gráfica.

- laranja, violeta, verde.
- violeta, verde, laranja.
- laranja, verde, violeta.
- violeta, laranja, verde.
- verde, laranja, violeta.



2) Se a régua passar a tocar a água 20 vezes em cada 5,0 s, essa mudança provoca uma alteração.

- a) na frequência e em seu comprimento de onda.
- b) Na velocidade e na frequência da onda.
- c) Na velocidade da onda e em seu comprimento de onda.
- d) No comprimento de onda, na velocidade na frequência da onda.
- e) Somente na frequência

3) Duas ondas propagam-se no mesmo meio, com a mesma velocidade. O comprimento de onda da primeira é igual ao dobro do comprimento de onda da segunda. Então podemos dizer que a primeira terá, em relação à segunda:

- a) mesmo período e mesma frequência;
- b) menor período e maior frequência;
- c) maior período e menor frequência;
- d) menor período e menor frequência;
- e) maior período e maior frequência.

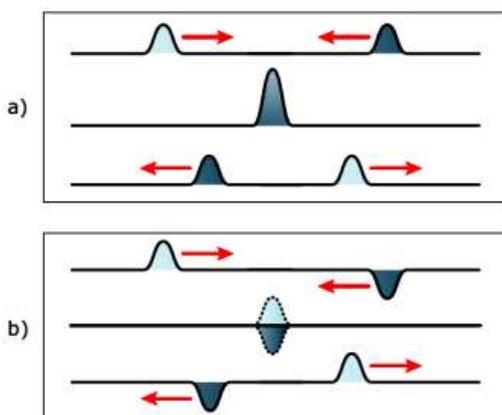
4) Quando uma extremidade da corda esticada é sacudida, um único pulso é gerado. O pulso, ao se deslocar, transporta

- a) Energia
- b) Matéria.
- c) Energia e Matéria.
- d) Nenhum dos dois.

# ONDAS II

Prof. Jéssica Martins

## Fase da onda – Corda.

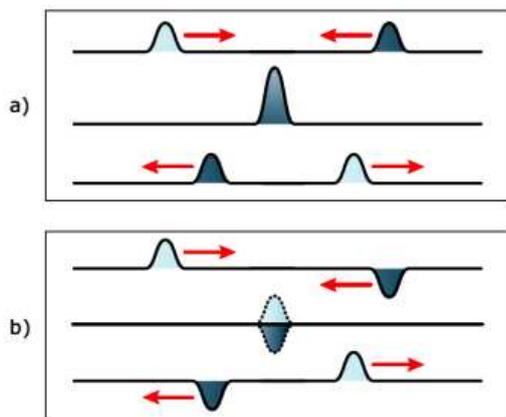


Interferência construtiva: A amplitude no ponto de encontro será a soma das amplitudes das duas ondas.

As características após o encontro permanecem as mesmas.

Interferência destrutiva: A amplitude no ponto de encontro será nula.

## Fase da onda – Corda.



Interferência construtiva: A amplitude no ponto de encontro será a soma das amplitude das duas ondas.

As características após o encontro permanecem as mesmas.

Interferência destrutiva: A amplitude no ponto de encontro será nulo.

## Classificação das ondas.

Natureza

- Mecânica
- Eletromagnética

Dimensão de propagação

- Unidimensional, bidimensional e tridimensional.

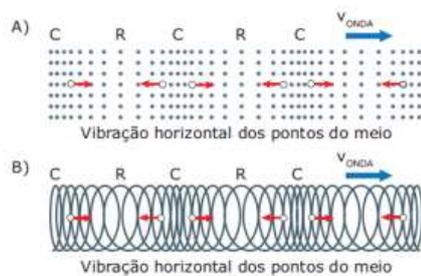
Modos de propagação

- Transversal.
- Longitudinal.

## Dimensão de propagação



## Onda longitudinal



- Comprimento de onda
- Sentido de propagação igual ao dos pontos de vibração.

1) (ITA) Considere as seguintes afirmações relativas às formas de ondas mostradas na figura a seguir.

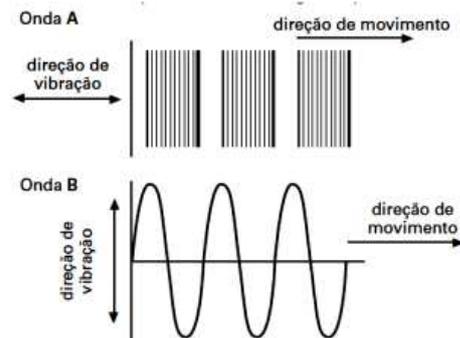
I. A onda A é conhecida como onda longitudinal e seu comprimento de onda é igual a metade do comprimento de onda da onda B.

II. Uma onda sonora propagando-se no ar é mais bem descrita pela onda A, onde suas regiões escuras são chamadas de regiões de compressão e as regiões claras de regiões de rarefação.

III. Se as velocidades das ondas A e B são iguais e permanecem constantes e, ainda, se o comprimento de onda da onda B é duplicado, então o período da onda A é igual ao período da onda B.

Então, pode-se concluir que:

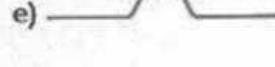
- a) Somente II é correta.
- b) I e II são corretas.
- c) Todas são corretas.
- d) II e III são corretas.
- e) I e III são corretas.



2) Cesgranrio- A figura mostra dois pulsos que se propagam em sentidos contrários ao longo de uma corda.



Qual das opções abaixo representa uma configuração possível, quando os pulsos se cruzam?



3) Unicamp - SP A figura I representa um pulso transversal propagando-se da esquerda para a direita numa corda ideal, longa e esticada. Num dado instante  $t_0$ , os pontos A, B e C da corda encontram-se nas posições indicadas na figura II. Quais devem ser a direção e o sentido da velocidade de cada um dos pontos A, B e C no instante  $t_0$ ?

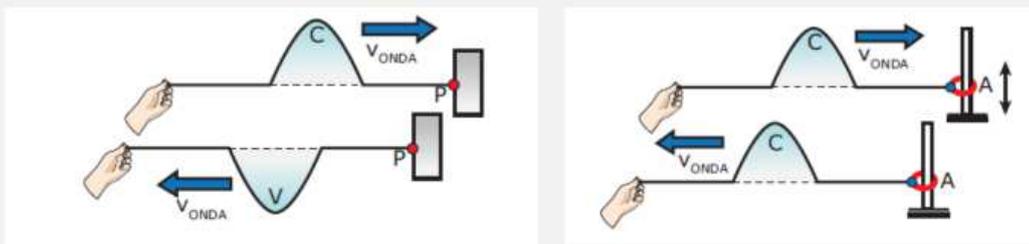


- a) A, Vertical para baixo; B Vertical para cima; C Vertical para cima;
- b) A, Vertical para cima; B Vertical para baixo; C Vertical para cima;
- c) A Vertical para cima; B Vertical para baixo; C Vertical para baixo;
- d) A Vertical para baixo; B zero; C Vertical para cima;

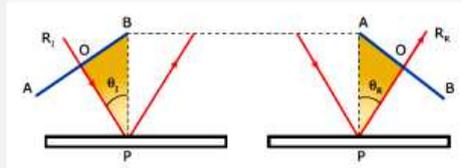
## ONDAS III

Prof: Jéssica Martins

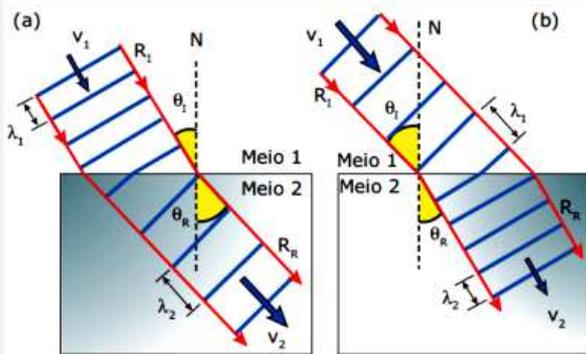
### REFLEXÃO DA ONDA



# REFLEXÃO



# REFRAÇÃO



$$v_2 > v_1 \Rightarrow \begin{cases} f_2 = f_1 \\ \lambda_2 > \lambda_1 \\ \theta_r > \theta_i \end{cases}$$

$$v_2 < v_1 \Rightarrow \begin{cases} f_2 = f_1 \\ \lambda_2 < \lambda_1 \\ \theta_r < \theta_i \end{cases}$$

	Fig. (a)	Fig. (b)
Velocidade	Aumenta	Diminui
Frequência	Não altera	Não altera
Comprimento de onda	Aumenta	Diminui
Ângulo de refração	Aumenta	Diminui
Raio de Onda	Afasta	Aproxima

$$\frac{\text{sen}\theta_I}{\text{sen}\theta_R} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

### QUESTÃO 01

Uma onda periódica se propaga numa corda fina com velocidade de 8,0 m/s e comprimento igual a 40 cm. Essa se transmite para outra corda grossa em que a velocidade de propagação é de 6,0 m/s. Na corda grossa, essa onda periódica tem frequência em Hz e comprimento de onda em cm, respectivamente, iguais a

- a) 20 e 60
- b) 20 e 30
- c) 15 e 60
- d) 15 e 30
- e) 15 e 20

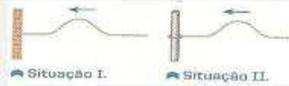
### QUESTÃO 02

Retirando-se certa quantidade de água do tanque, a velocidade das ondas torna-se menor. Nessas condições, pode-se afirmar que.

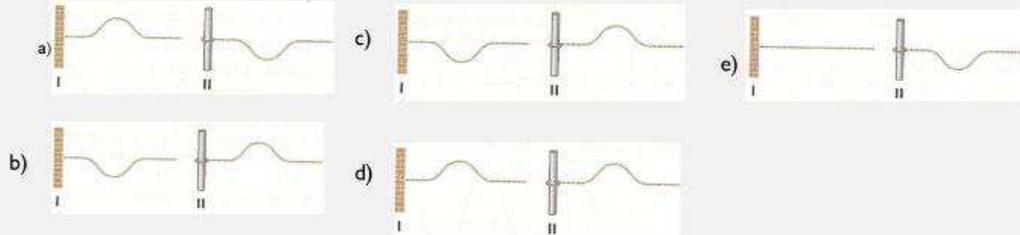
- a) A frequência e o comprimento de onda aumentam.
- b) A frequência e o comprimento de onda diminuem.
- c) A frequência não se altera e seu comprimento de onda aumenta.
- d) A frequência não se altera e seu comprimento de onda diminui.
- e) A frequência e o comprimento de onda não se alteram.

### QUESTÃO 03

A figura representa a propagação de dois pulsos em cordas idênticas e homogêneas. A extremidade esquerda da corda, na situação I, está fixa na parede e, na situação II, está livre para deslizar com atrito desprezível, ao longo de uma haste.



Identifique a opção em que estão mais bem representados os pulsos refletidos nas situações I e II.:



### QUESTÃO 04

As fotografias I e II, mostradas abaixo, foram tiradas da mesma cena. A fotografia I permite ver, além dos objetos dentro da vitrine, outros objetos que estão fora dela, que são vistos devido à luz proveniente destes refletida pelo vidro comum da vitrine. Na fotografia II, a luz refletida foi eliminada por um filtro polarizador colocado na frente da lente da câmera fotográfica.]



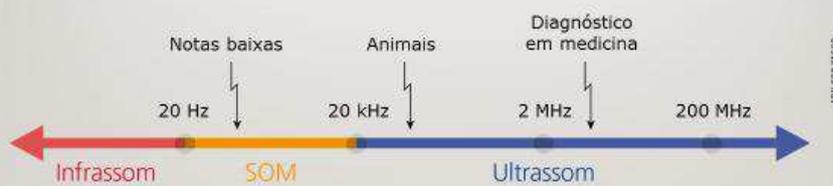
Comparando-se as duas fotos, pode-se afirmar que:

- A luz proveniente dos objetos dentro da vitrine não está polarizada e a luz refletida pelo vidro não está polarizada.
- A luz proveniente dos objetos dentro da vitrine está polarizada e a luz refletida pelo vidro não está polarizada.
- A luz provenientes dos objetos dentro da vitrine não está polarizada e a luz refletida pelo viro está polarizada.
- A luz proveniente dos objetos dentro da vitrina está polarizada e a luz refletida pelo vidro está polarizada.

# ONDAS IV

PROF. JÉSSICA MARTINS

## SOM

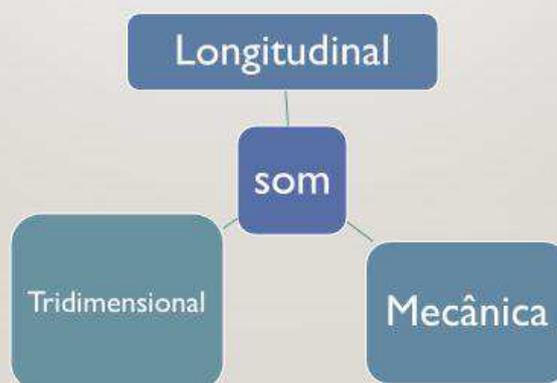


### Espectro acústico audível e inaudível

Obs.: Esses valores podem variar de pessoa para pessoa ou, para uma mesma pessoa, ao longo da sua vida.

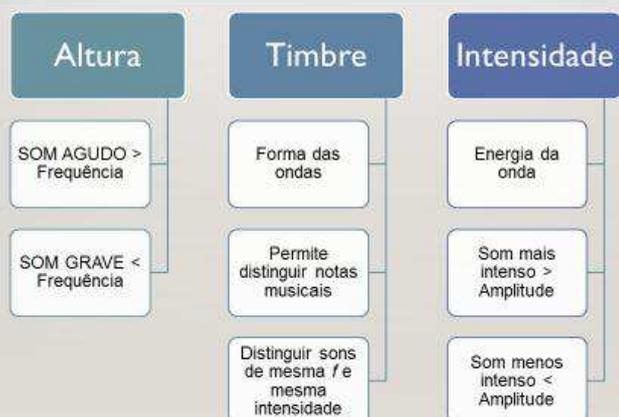
## ONDAS SONORAS

---



## QUALIDADES FISIOLÓGICAS

---

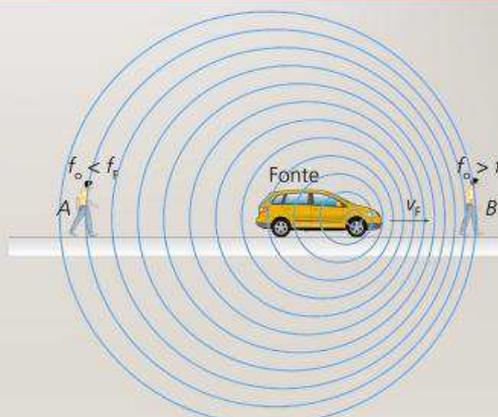


## EFEITO DOPPLER

- **Efeito:** alteração na **frequência** das ondas recebidas por um observador.
- **Causa:** movimento relativo de **afastamento** ou de **aproximação** entre observador e fonte.
- O comprimento da onda também se altera quando há movimento da fonte.
- A frequência da fonte geradora não é alterada

## EFEITO DOPPLER

- $f_{\text{aparente}} = f_{\text{fonte}} \left( \frac{v_{\text{som}} \pm v_{\text{observador}}}{v_{\text{som}} \mp v_{\text{fonte}}} \right)$
- + no numerador e - no denominador = APROXIMANDO
- - no numerador e + no denominador = AFASTANDO



## RESSONÂNCIA

---

- É o fenômeno no qual quando uma fonte sonora produz um som cuja frequência seja igual a frequência natural de oscilação do corpo, provocando amplitudes elevadas de oscilação aumentando a energia do corpo.



Fonte: <http://www.seara.ufc.br/cintim/fisica/ressonancia/ressonancia6.htm>

Ponte do rio Tacoma (Washington, EUA) é um exemplo do fenômeno de ressonância.

## EFEITO DOPPLER DA LUZ

---

- Só é perceptível para se a fonte luminosa for veloz.

Fonte se afasta	Frequência aparente < frequência da fonte	Desvio para o vermelho
Fonte se aproxima	Frequência aparente > frequência da fonte	Desvio para o violeta

## EXERCÍCIOS

---

1) Em um exame de audiometria, uma pessoa foi capaz de ouvir frequência entre 30 Hz e 2 kHz. Sabendo-se que a velocidade do som no ar é de 340 m/s, o comprimento de onda correspondente ao som de maior frequência (mais agudo) que a pessoa ouviu foi:

- a) 17 cm
- b) 0,17 cm
- c) 170 cm
- d) 11,3 cm
- e) 0,113 cm

## EXERCÍCIOS

---

2) Um fenômeno bastante interessante ocorre quando duas ondas periódicas de frequências muito próximas, por exemplo,  $f_1 = 100 \text{ Hz}$  e  $f_2 = 102 \text{ Hz}$ , interferem entre si. A onda resultante tem uma frequência diferente daquelas que interferem entre si. Além disso, ocorre também uma modulação na amplitude da onda resultante, modulação esta que apresenta uma frequência característica  $f_0$ . Essa oscilação na amplitude da onda resultante é denominada batimento. Pelos dados fornecidos, pode-se afirmar que a frequência de batimento produzida na interferência entre as ondas de frequência  $f_1$  e  $f_2$  é:

- a) 202 Hz.
- b) 101 Hz.
- c) 2,02 Hz.
- d) 2 Hz.
- e) 1,01 Hz.

## EXERCÍCIOS

---

3) Quando uma ambulância, com sirene ligada, se aproxima de um observador, este percebe:

- a) O aumento da intensidade sonora e da frequência.
- b) Aumento de intensidade sonora e diminuição da frequência.
- c) Mesma intensidade sonora e mesma frequência.
- d) Diminuição da altura e variação no timbre sonoro.
- e) Variação no timbre e manutenção da altura.

## APÊNDICE G – Apresentação de slides das atividades realizadas em sala - desenvolvimento jogo ZUM

### ONDAS – JOGO ZUM

PROF. JÉSSICA MARTINS



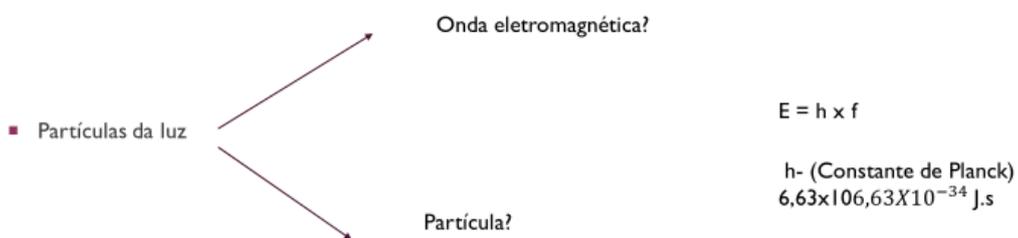
### GRUPOS

Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
A2	A6	A3	A9( saiu do colégio)	A1
A15	A10	A5	A8	A11
A17	A16	A13	A21	A12
A20	A19	A14	A18	A4/ A7

## I QUESTÃO

- Qual fenômeno físico está relacionado com a destruição das caixas no jogo?
- Explique a relação entre o fenômeno abordado na pergunta I com o fenômeno que permite o acionamento da ponte?
- Relate qual a finalidade do painel solar e qual a função do fóton para funcionamento do celular?

## O QUE É UM FÓTON?



3

<sup>3</sup> O professor deverá explicar o princípio da dualidade da luz, evidenciando quando ela se comporta como partícula e quando se comporta como onda, afim de evitar possíveis equívocos conceituais.

## PAINEL FOTOVOLTAICO

As partículas de luz que viajam do Sol à Terra a cada dia são chamadas de fótons. Os fótons levam cerca de 8 minutos e 20 segundos para percorrer a trajetória do Sol até a Terra. Abaixo, uma explicação básica do que acontece quando os fótons atingem as células solares:

Quando os fótons atingem as células fotovoltaicas, eles fazem com que alguns dos elétrons que circundam os átomos se desprendam.

O Elétron se move deixando um espaço vazio



Fonte: <http://www.portalsolar.com.br/como-funciona-o-painel-solar-fotovoltaico.html>

## PAINEL FOTOVOLTAICO

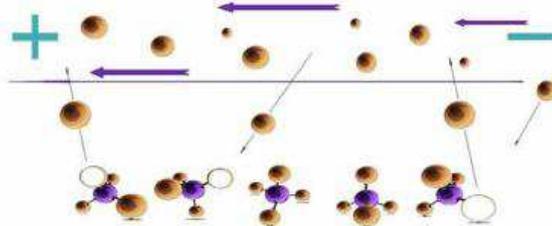
b) Estes elétrons livres vão migrar, através da corrente eléctrica, para a parte da célula de silício que está com ausência de elétrons



O espaço vazio é preenchido por um novo elétron e o processo continua

## PAINEL FOTOVOLTAICO

Durante o dia todo, os elétrons irão fluir em uma direção constantemente, deixando átomos e preenchendo lacunas em átomos diferentes. Este fluxo de elétrons cria uma corrente elétrica, ou o que nós chamamos de casualmente de Energia Solar Fotovoltaica.



enquanto houver incidência de luz, os elétrons continuarão a se livrar dos átomos criando assim uma corrente elétrica.

## FORNO MICROONDAS

- “O aquecimento ocorre em razão de uma radiação eletromagnética de **2.450 MHz**, radiação essa que aumenta a agitação das moléculas de água dos alimentos, aquecendo-os de forma quase uniforme e de fora para dentro...”

Fonte: <http://brasilecola.uol.com.br/fisica/forno-microondas.htm>



# JOGO ZUM

PROF<sup>o</sup>: Jéssica Martins

## Atividade experimental

- MATERIAIS:
  - Celular;
  - Papel alumínio.

## Por que o celular deixa de funcionar?

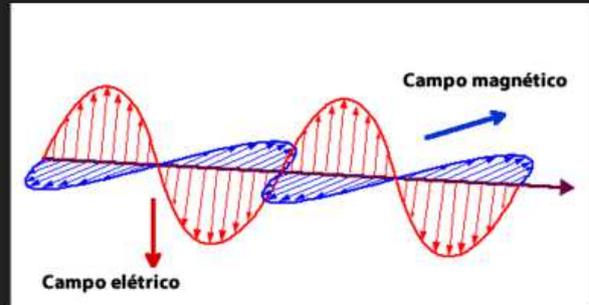
- Trazer a explicação na próxima aula.

## Gaiola de Faraday



## Ondas eletromagnéticas

- As ondas eletromagnéticas correspondem à propagação no espaço de campos elétricos e magnéticos variáveis, gerados por cargas elétricas oscilantes.



## Gaiola de Faraday

- Uma Gaiola de Faraday é uma blindagem elétrica, ou seja, uma superfície condutora que envolve uma dada região do espaço e que pode, em certas situações, impedir a entrada de perturbações produzidas por campos eletrostáticos e/ou eletromagnéticos externos
- Ao colocar o telefone celular no interior de uma superfície metálica fechada (Gaiola de Faraday), este torna-se o interior de um condutor elétrico fechado e oco. Como sabemos, o campo elétrico no interior de um condutor imerso em um campo eletromagnético em equilíbrio de cargas é nulo.
- As ondas eletromagnéticas, por sua vez, são constituídas por campos elétricos e magnéticos variáveis com o tempo. O que ocorre é que um campo elétrico variável gera um campo magnético também variável e vice-versa; assim, um vai produzindo o outro e faz com que a onda se propague pelo espaço.
- Em nosso experimento a onda chega à superfície metálica (faces da Gaiola) em cujo interior o campo elétrico deve ser nulo; como a onda perde, nessa cobertura, seu componente elétrico não há quem variar para produzir o componente magnético logo, a partir daí a onda deixa de existir e não há sinal para atingir a antena do telefone celular.

## JOGO ZUM



## Roteiro Jogo- ZUM

- Reorganização dos grupos para montagem dos roteiros.

### **APÊNDICE H – Questionário final**

- 1) O que vocês acharam das aulas teóricas com o uso do jogo? Quais foram os aspectos positivos e negativos?
  
- 2) O que acharam de utilizar a plataforma Moodle? E porque não utilizaram?
  
- 3) O que vocês acharam da utilização de um Jogo para aprender os conceitos de ondas?
  
- 4) O que vocês consideram importante na sua participação na construção do jogo?
  
- 5) Qual foi a contribuição da construção do jogo para sua aprendizagem em Física?
  
- 6) Em que outros aspectos você acha que o trabalho de desenvolvimento do Jogo contribuiu para a sua formação?
  
- 7) Algum colega de grupo ou da sala te surpreendeu durante o desenvolvimento do trabalho? De que forma?

## **APÊNDICE I - Sequência Didática - Produto Educacional**

## **1. AO PROFESSOR**

Este material constitui uma proposta de uma sequência didática para o estudo de ondulatória, com a utilização de um jogo digital e de metodologias que pretendem colocar o aluno como ser ativo no processo de ensino aprendizagem.

As aulas foram planejadas de forma que os alunos possuam uma maior autonomia e com o professor atuando como mediador do processo de ensino-aprendizagem.

A sequência didática proposta faz uso de recursos tecnológicos em momentos extraclasse e durante as aulas. Portanto, o professor deve verificar a viabilidade de sua aplicação com antecedência.

A princípio será apresentada uma breve explicação das metodologias Instrução pelos Colegas (IpC) (MAZUR, 2015), Ensino sob Medida (EsM) (ARAÚJO; MAZUR, 2013) e Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) (BENDER, 2014), que fundamentam esse Produto Educacional e, posteriormente, é descrita a sequência didática.

## **2. INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS, ENSINO SOB MEDIDA E APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS.**

A técnica instrução pelos colegas (*Peer Instruction*), foi desenvolvida por Eric Mazur, professor de Física da Universidade de Harvard, ao perceber a dificuldade dos alunos em compreender conceitos físicos. Essa técnica tem dois objetivos: o primeiro, consiste em promover a interação entre os estudantes durante as aulas e o segundo, diz respeito ao foco dos estudantes nos conceitos fundamentais (MAZUR, 2015).

Assim, as aulas se iniciam com uma breve apresentação do professor dos conceitos chaves a serem compreendidos naquela aula e, ao final, são apresentados testes conceituais aos estudantes.

Estes testes deverão ser respondidos individualmente, a princípio. Em seguida, os estudantes devem discutir com seus colegas sobre a resposta que consideraram correta.

Os alunos podem responder utilizando cartões de respostas (*flash cards*) construídos de cartolina e contendo as possíveis alternativas de respostas. Após a discussão os estudantes devem apresentar suas novas respostas ao professor. Esse processo permite que o professor consiga obter a quantidade de alunos que responderam corretamente ou não as perguntas. Caso a porcentagem de respostas corretas da sala seja menor que 30%, o professor deve retomar o conteúdo e abordá-lo com maior detalhe. Posteriormente, deve apresentar um novo teste conceitual. Caso a porcentagem de respostas corretas seja maior do que 70% ele prosseguirá com o próximo tópico a ser estudado, entre 30% a 70% de acertos a discussão entre os colegas deve acontecer, se a quantidade de acertos for menor que 30%, o professor deve retomar o conceito de uma forma mais aprofundada e aplicar outro teste conceitual.

A metodologia intitulada Ensino sob Medida (*Just-in-time Teaching*), criada na década de 90 por Gregor M. Novak juntamente com seus colegas Andrew D. Gavrin, Evelyn T. Patterson e Wolfgang Christian, leva em consideração o conhecimento prévio dos estudantes, organizando a aula conforme as dificuldades específicas detectadas previamente nos alunos (ARAÚJO; MAZUR, 2013). Para tanto, utiliza recursos das tecnologias da informação e comunicação (como a plataforma Moodle, o WhatsApp, o *e-mail* ou o Facebook) para postar o material que

deve ser estudado previamente pelos estudantes, estendendo o espaço de aprendizagem para além da sala de aula.

Essa técnica é composta por três etapas: na primeira, os estudantes devem resolver tarefas que o professor irá indicar antes da aula, em um tempo hábil para o professor receber e corrigir as tarefas. Essas tarefas podem ser de autoria do professor, de alguma referência na internet, ou de um capítulo de livro. Após o estudo do material, os estudantes devem responder algumas questões dissertativas que envolvam os principais tópicos da aula, denominados testes de leitura. As respostas deverão ser enviadas ao professor via *e-mail* ou em uma plataforma de aprendizagem, como a Moodle, em um prazo estipulado pelo professor e bem anterior à aula.

A segunda etapa é aquela em que o professor deverá analisar as respostas dos estudantes às tarefas propostas, com a intenção de identificar os pontos nos quais os alunos apresentaram maior dificuldade. Por fim, o professor montará a sua aula levando em consideração os pontos de maior confusão por parte dos alunos e, em sala, deverá apresentar breves explicações desses pontos, intercalando-as com atividades de fixação ou experimentais, que provoquem interação entre os educandos.

A terceira metodologia empregada é a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) que é uma técnica de ensino, cuja concepção baseia-se em propor uma tarefa, problema ou questão que seja envolvente e motivadora para os alunos (BENDER, 2014). Assim, os alunos deverão trabalhar cooperativamente, em pequenos grupos, ao longo do processo da aprendizagem. Outro ponto importante é em relação à questão motriz, já que esta deve manter o aluno focado durante a abordagem. O auxílio e o feedback do professor ao longo do processo também é extremamente relevante e devem ser proporcionados períodos de reflexão aos alunos. Para o encerramento da técnica é fundamental que os estudantes tenham oportunidade de apresentar os resultados do projeto, seja na forma oral ou escrita.

### 3. JOGO ZUM

O desenvolvimento do jogo digital ZUM (Figura 1) foi realizado de forma colaborativa com os integrantes do Núcleo de Pesquisa em Tecnologias (NUTEC) da Universidade Federal de Uberlândia. Este foi construído com o uso da plataforma de desenvolvimento de jogos Unity em sua versão gratuita.



Figura 6-Imagem inicial do Jogo.

O personagem do jogo é um celular (Figura 2), que dá o nome ao jogo, e que tem como objetivo inicial escapar do vilão “Gaiola”, cujo nome faz referência ao princípio da Gaiola de Faraday.



Figura 7-Visualização dos personagens e cenário do jogo.

À medida que avança no cenário, ZUM deve coletar fótons, impedindo que sua bateria descarregue e que, conseqüentemente, seja capturado pelo vilão. O personagem apresenta como característica a capacidade de emitir diferentes frequências, o que lhe permite superar desafios utilizando a interação da radiação emitida com o obstáculo material, adquirindo a capacidade de destruir caixas confeccionadas de vidro, de metal, ou de madeira e aquecer um recipiente com

água ao entrar em ressonância com esses materiais. O jogador poderá alterar a frequência emitida pelo Zum trocando a antena de acordo com o material que deverá ser destruído.

O jogo apresenta duas versões para download: uma versão Android e outra Windows, o que amplia sua possibilidade de aplicação. A fase inicial do jogo pode ser instalada a partir do link <https://github.com/jessicamartins27/JOGO-ZUM.git>.

#### 4. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática propõe 10 aulas presenciais em sua utilização.

A aula 1 deve ser destinada para apresentação da proposta para os alunos e explicação de como as aulas irão funcionar. Durante a exposição da proposta, o professor deve levar em consideração as falas dos alunos, permitindo que eles se sintam parte integrante e central do processo.

As aulas 2 a 4 propõem a utilização das metodologias EsM e IpC. Portanto, o professor deverá postar o material de estudo para os alunos com antecedência, para que eles possam enviar em tempo hábil ao professor o questionário respondido. O material poderá ser colocado em uma plataforma, Moodle, ou enviado por email. Nos momentos em sala o professor poderá utilizar *flash cards*, ou o aplicativo *Plickers*<sup>1</sup>. Caso opte pela utilização de cartões o professor poderá confeccioná-los anteriormente da forma que achar melhor.

Se optar pela utilização do aplicativo, o professor deverá fazer um cadastro, conforme solicitado após download do aplicativo, e assim pode montar questionários de múltipla escolha. Os alunos portando os cartões, próprios para serem utilizados com o aplicativo, responderam às perguntas. O professor, utilizando seu celular, faz a leitura dos códigos impresso nos mesmos, permitindo assim uma análise dos números de respostas corretas.<sup>4</sup>



Figura 8 - Cartões respostas.

---

<sup>1</sup>*Plickers* é um aplicativo que pode ser utilizado em sistemas operacionais Android e iOS além da web. Permite a elaboração de questionários de múltipla escolha e que professores visualizem as respostas dos alunos imediatamente.

## **Aula 1**

Na primeira aula presencial, o professor deverá apresentar a proposta das aulas e as metodologias Ensino sob Medida, Instrução por pares e Aprendizagem baseada em projetos, que vão ser utilizadas e também o tema que será trabalhado: Ondulatória. Esta apresentação preparara os alunos para a alteração do formato das aulas, deixando-os informados sobre o processo.

O professor deverá falar sobre o Jogo Zum rapidamente, sem muitos detalhes do que se passa no jogo e os conceitos que possui. A apresentação deverá apenas enfatizar que eles criarão um roteiro de sequência para o jogo, envolvendo o conteúdo trabalhado.

Nesta aula o professor deve informar os alunos sobre o material que utilizarão e a forma que terão acesso, já que eles deverão estudá-lo anteriormente às aulas presenciais.

O material de estudo poderá ser preparado pelo professor, ou ele poderá indicar um material que tenha selecionado sobre os conceitos a ser estudado naquela aula. Caso o professor escolha produzi-lo em *Power Point*, ou outro recurso de sua preferência, é importante colocar o conteúdo de forma clara, com imagens e, se possível, utilizar recursos que complementem o material.

## **Aula 2**

Objetivo: Definir o conceito de onda, suas características e sua classificação em relação à natureza de propagação.

Conceitos: Ondas, velocidade de propagação, comprimento de onda, período, frequência, amplitude, classificação em relação a natureza da onda: onda eletromagnética e mecânica.

Em um momento anterior à aula presencial os estudantes deverão realizar as atividades propostas abaixo:

1. Fazer uma representação do que entendem por Onda e enviar para o e-mail informado na plataforma Moodle do Nutec (<http://nutec.ufu.br/moodle>) ou pelo e-mail.
2. Estudar a apresentação de slides (material de estudo) disponibilizada pelo professor na plataforma Moodle ou pelo e-mail.
3. Responder ao questionário disponibilizado na plataforma Moodle ou pelo e-mail.

## Sugestão

*O professor pode criar os questionários que serão utilizados ao longo das aulas pelo Moodle, ou através do Google Formulários<sup>5</sup>. As questões dos questionários extraclasse podem ser retiradas de algum material, ou de provas de vestibular.*

Com o acesso às respostas, o professor deve identificar os conceitos cientificamente corretos e incorretos e preparar uma breve explicação para a aula presencial, assim como testes conceituais, focando nos problemas detectados e reforçando os conceitos corretos.

### Aula presencial:

1. Discussão do princípio de onda a partir das representações feitas pelos estudantes.

<b>Questão geradora</b>
Por que você representou uma onda desta forma?

2. Breve apresentação da explicação preparada anteriormente pelo professor.
3. Pergunta conceitual formulada a partir da identificação dos conceitos expressos pelos estudantes nas atividades extra sala.
4. Análise das respostas individuais à pergunta formulada
5. Discussão em grupo da pergunta conceitual.
6. Apresentação, pelos grupos, da nova resposta à pergunta conceitual
7. Mostra do vídeo “Som no vácuo”, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=rEGO8-zUcEI>. O professor pode utilizar o vídeo para retomar a discussão sobre a classificação da natureza da onda.

<sup>5</sup> Google Formulários (*Google Forms*) é uma ferramenta do *Google Docs*, que permite criar e analisar questionários.

O professor deve encerrar ressaltando mais uma vez os conceitos apresentados e complementando as discussões em sala.

### **Sugestão**

*O professor pode escolher a quantidade de perguntas conceituais a ser discutidas pelos alunos, conforme o tempo disponibilizado. Essas questões podem ser elaboradas pelo professor, retiradas de algum material ou mesmo utilizar questões de vestibular. As questões devem também abordar o conteúdo no qual os alunos apresentaram maior dificuldade.*

### **Aula 3**

Objetivo: Definir sua classificação ao modo de propagação e dimensão de propagação da onda, sua fase, interferência construtiva e interferência destrutiva.

Conceitos: Classificação das ondas, interferência, fase da onda.

Atividades anteriores à aula presencial:

1. O professor deverá orientar os estudantes para que estudem a apresentação de slide (Material de estudo) disponibilizada pelo professor na plataforma Moodle (<http://nutec.ufu.br/moodle>) ou enviado por e-mail.
2. Os estudantes devem responder ao questionário disponibilizado na plataforma Moodle ou enviado por e-mail.

O professor deve identificar os conceitos cientificamente corretos e incorretos e preparar uma breve explicação para a aula presencial e testes conceituais, focando nos problemas detectados e reforçando os conceitos corretos.

Sequência da aula presencial:

1. Breve apresentação da explicação preparada anteriormente pelo professor.
2. Pergunta conceitual formulada a partir da identificação dos conceitos expressos pelos estudantes nas atividades extra sala.
3. Análise das respostas individuais à pergunta formulada
4. Discussão em grupo da pergunta conceitual
5. Apresentação, pelos grupos, da nova resposta à pergunta conceitual

O professor deve encerrar enfatizando mais uma vez os conceitos apresentados complementando as discussões em sala.

#### **Aula 4**

Objetivo: Compreender os conceitos de refração, reflexão, difração e polarização. Perceber aplicação desses conceitos em objetos no cotidiano.

Conceitos: Reflexão e Refração, Difração e Polarização.

Atividades anteriores à aula presencial:

1. Orientar os estudantes para que estudem a apresentação de slide (Material de Estudo) disponibilizada pelo professor na plataforma Moodle (<http://nutec.ufu.br/moodle>) ou por e-mail.
2. Solicitar que os estudantes respondam ao questionário disponibilizado na plataforma Moodle ou enviado por e-mail.

O professor deve identificar os conceitos cientificamente corretos e incorretos e preparar uma breve explicação para a aula presencial e testes conceituais, focando nos problemas detectados e reforçando os conceitos corretos.

Aula presencial:

1. Breve apresentação da explicação preparada anteriormente pelo professor.

#### **Sugestão**

*Em sua explicação sobre o conteúdo abordado nesta aula, o professor pode utilizar-se de recursos, como simuladores, que complementem a explicação dada. As simulações abaixo:*

- *Desvio da Luz*
- *Onda em uma corda*

*Estão disponíveis no site Phet-Interactive Simulations no link:*

<https://phet.colorado.edu/pt/simulations/category/physics/sound-and-waves>

*Elas podem auxiliar na explicação sobre reflexão e refração de ondas.*

2. Pergunta conceitual formulada a partir da identificação dos conceitos expressos pelos estudantes nas atividades extra sala

3. Análise das respostas individuais à pergunta formulada
4. Discussão em grupo da pergunta conceitual
5. Apresentação, pelos grupos, da nova resposta à pergunta conceitual
6. Apresentação do vídeo “Reflexão e Refração” disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=N7NilzmSfwk>
7. Mostra do vídeo “Óculos Escuro Polarizado e Não Polarizado” disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=TjttXUJsqwY>

O professor deve encerrar enfatizando mais uma vez os conceitos apresentados, complementando as discussões em sala.

## **Aula 5**

Objetivo: Compreender os conceitos relacionados às ondas sonoras.

Conceitos: Qualidades fisiológicas do som, Efeito Doppler, Ressonância, Efeito Doppler da luz, Batimento, ondas estacionárias.

Atividades anteriores à aula presencial:

1. Orientar que os estudantes estudem a apresentação de slide disponibilizada pelo professor na plataforma Moodle (<http://nutec.ufu.br/moodle>) ou enviada por e-mail.
2. Os estudantes devem responder ao questionário disponibilizado na plataforma Moodle ou enviada por e-mail.

O professor deve identificar os conceitos cientificamente corretos e incorretos e preparar uma breve explicação para a aula presencial e formular testes conceituais, focando nos problemas detectados e reforçando os conceitos corretos.

Aula presencial:

1. Breve apresentação da explicação preparada anteriormente pelo professor (Material de estudo).
2. Pergunta conceitual formulada a partir da identificação dos conceitos expressos pelos estudantes nas atividades extra sala
3. Análise das respostas individuais à pergunta formulada
4. Discussão em grupo da pergunta conceitual

5. Apresentação, pelos grupos, da nova resposta à pergunta conceitual
6. Apresentação do vídeo “Frequência, Ressonância e Batimento” disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=UitcHO8PYt8>

### **Sugestão**

*O professor pode realizar nesta aula uma atividade experimental simples para que os alunos consigam visualizar uma onda estacionária.*

#### **Material necessário**

*Uma espiral de encadernação.*

#### **Instruções**

*O professor deve solicitar ajuda de um aluno para que ele segure e mantenha uma das extremidades da mola fixa.*

*Em seguida o professor deve mexer em movimentos verticais na outra extremidade da mola, até que a onda estacionária se forme.*

*Esse experimento foi adaptado conforme mostrado no vídeo “Mago da Física - Ondas estacionárias” no link: <https://www.youtube.com/watch?v=pDkd-vO1x9k>*

O professor deve encerrar ressaltando mais uma vez os conceitos apresentados e complementando as discussões em sala.

Nas aulas 6 a 10 da sequência proposta os estudantes irão trabalhar com o jogo digital ZUM (Figura 1). Ao abrirem o jogo, os estudantes terão a possibilidade de encontrar informações acerca de como jogá-lo no tópico Treinamento (Figura 4 e 5).



Figura 9 - imagem do início do jogo



Figura 10 - Imagem treinamento do jogo.

## Aula 6

### Atividades anteriores à aula presencial:

O aluno irá acessar a plataforma Moodle ou o e-mail, onde estará a seguinte atividade:

- 1) Você deverá jogar observando com atenção os acontecimentos ao longo do percurso. Você deve registrar em vídeo, de curta duração, o momento em que estiver jogando, colocando-o em anexo.

Após o aluno entrar em contato com o jogo ele deverá responder o questionário com as perguntas abaixo, essas questões podem estar colocadas no Moodle ou no e-mail, utilizando o Google Formulários:

### QUESTÕES PROPOSTAS

- 1) Qual fenômeno físico está relacionado com a destruição das caixas no jogo?
- 2) Explique a relação entre o fenômeno abordado na pergunta 1 com o fenômeno que permite o acionamento da ponte.

3) Relate qual a finalidade do painel solar e qual a função do fóton para o funcionamento do celular.

#### Aula presencial:

Em sala, os estudantes serão divididos em grupos para discutirem as perguntas respondidas extraclasse, possibilitando-os refletir e argumentar sobre os possíveis conceitos de ondas contidos no jogo. É importante que durante as aulas, caso os alunos sintam necessidade, eles tenham acesso ao jogo, ou por meio dos celulares pessoais ou por meio de um computador.

#### **Sugestão**

*A divisão em grupos pode ser realizada previamente pelo professor, ou deixar livre para os alunos. Caso o professor faça a divisão, é importante montá-los de forma eclética. Esse grupo deve permanecer até o final da sequência metodológica.*

Cada grupo fará um breve relato sobre a conclusão das perguntas apresentadas e, ao final de cada apresentação, o professor fará um fechamento, apontando os equívocos e acertos sobre as questões que foram apresentadas.

Após a apresentação das respostas pelos grupos, o professor faz a explanação de alguns conceitos importantes abordados no jogo como: Fóton, Funcionamento do Painel solar e aparelho de micro-ondas.

### **Aula 7**

#### Atividades anteriores à aula presencial:

Nesta aula os estudantes serão estimulados a montar uma sequência para o jogo utilizando conceitos que foram trabalhados ao longo das aulas. Eles postarão suas propostas na plataforma Moodle, ou no Google formulários, permitindo o acesso do professor às suas ideias anteriormente à aula; assim, os eventuais equívocos dos estudantes poderão ser trabalhados durante a aula, otimizando o tempo em sala.

#### Aula presencial:

Em sala, o professor fará um experimento com os alunos que remete a um conceito abordado no jogo, conforme apresentado no Quadro 1 e com base no artigo de Pelizer (2016).

Quadro 3 - Atividade Experimental.

<b>Atividade Experimental – Celular fora de área</b>	
<p><b>Materiais:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dois celulares</li> <li>• Uma folha de papel alumínio</li> </ul>	<p><b>Instrução:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O professor deve solicitar a um aluno da turma que venha a frente com seu celular.</li> <li>• O professor deverá ligar do seu telefone próprio para o aluno, afim de mostrar para a turma que o celular recebe a chamada normalmente.</li> <li>• Em seguida, o professor deve embrulha o celular do aluno no papel alumínio.</li> <li>• O professor liga novamente para ao aluno.</li> </ul>

Após a realização do experimento o professor deve solicitar que seus alunos tragam uma possível explicação, para o acontecimento do fenômeno observado no experimento para a próxima aula.

Em seguida, os estudantes voltam a se agrupar para a discussão do roteiro do jogo. É importante que o professor fique atento às discussões que acontecem nos grupos, auxiliando-os e indagando-os sobre possíveis equívocos conceituais que podem surgir ao longo da aula.

### **Sugestão**

*O professor também pode permitir que os alunos utilizem seus celulares para fazer pesquisas sobre o conteúdo, além do material que eles possuem em sala.*

### **Aula 8**

O professor deve iniciar a aula solicitando a seus alunos a explicação sobre a atividade experimental realizada na aula 7. Ao término das apresentações das

respostas pelos alunos, o professor deve fazer o fechamento a partir das explicações dos alunos sobre o fenômeno abordado na atividade experimental.

Caso os alunos não percebam a relação da atividade experimental com o jogo, o professor deverá indagar sobre uma possível relação entre o experimento e um acontecimento presente no jogo.

Em seguida, o professor deve orientar seus alunos para continuarem na elaboração do roteiro do jogo.

### **Aula 9**

Em sala, os estudantes discutirão suas propostas das fases seguintes do jogo em grupo, para construção do roteiro.

#### ***Sugestão***

---

*A necessidade da aula nove dependerá do andamento em sala. Caso o professor perceba que os alunos precisarão de mais uma aula para a construção do roteiro do jogo, ele deve utilizar esta aula.*

### **Aula 10**

Nesta aula o professor deve organizar, conforme achar conveniente, ou deixar a cargo dos alunos, a sequência de apresentação dos roteiros pelos grupos.

Os estudantes deverão apresentar a proposta de roteiro, utilizando o recurso que achar necessário.

É importante que o professor deixe os alunos livres para fazer questionamentos nas apresentações dos roteiros mostrados.

#### ***Sugestão***

---

Ao término das apresentações o professor pode propor aos alunos, a montagem de um único roteiro pela turma, utilizando as ideias de cada grupo.

É importante que o professor retome os conceitos abordados nos roteiros do jogo, relacionando-os com o conteúdo visto em sala. Caso seja apresentado um conceito de forma equivocada, ele deve levar seu aluno a perceber e refletir sobre tal equívoco.

## REFERÊNCIAS

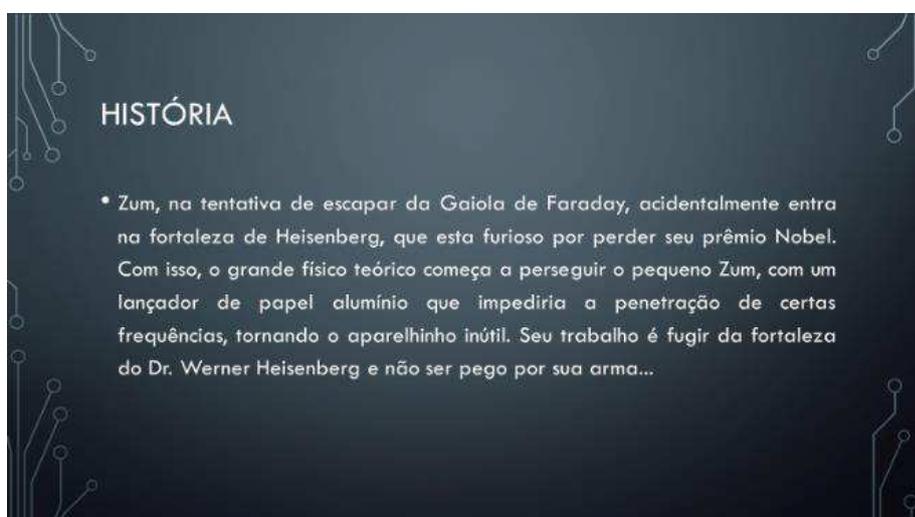
MAZUR, E. Peer Instruction: **A revolução da Aprendizagem ativa**. Porto Alegre. Penso. 252 p., 2015.

ARAUJO, I. S., MAZUR, E. **Instrução pelos colegas e ensino sob medida**: uma proposta para o engajamento dos estudantes no processo de ensino aprendizagem de Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. V.30, n.2 p. 362-384, ago,2013.

BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos**: educação diferenciada para o século XXI [recurso eletrônico]. Porto Alegre: Penso, 2014.

## ANEXO I – Apresentação roteiro estudantes - 1ª Aplicação

### GRUPO I



## AMBIENTAÇÃO

- Por ser uma fortaleza ou um castelo em si, a ambientação seria semelhante ao Castelo de Bowser, do jogo Super Mario Bros. Haveria então obstáculos como pontes e fossos (buracos) para que Zum pudesse escapar de Heisenberg, que o estaria perseguindo.



## CONFIGURAÇÕES DA FASE

- Durante a perseguição, o padrão de lançamento dos papéis alumínio seria: baixo; médio; alto.
- Ao ser pego por um papel alumínio, Zum perderia 15% de bateria.
- A transição de fase ocorreria ao chegar em 50 metros da fase do Gaiola, assim, haveria a transferência da fase para a fortaleza, que duraria 20 metros.
- Na fase da fortaleza, os obstáculos atuais podem se manter, contanto que Heisenberg se posicione no fundo da fase e atire.

## CORREÇÕES DO UPDATE

- Cada fóton coletado forneceria à Zum, 0,5% de bateria, ao invés da minúscula quantidade oferecida atualmente.
- Incremento de novos obstáculos com novas possíveis frequências.
- Menu mais trabalhado e jogo mais otimizado, para que não ocorra queda de frames.

**GRUPO II****JOGO ZUM  
CONTINUAÇÃO**

Em uma certa metragem, o personagem poderia acessar uma nave espacial com destino a outro planeta e, no caminho, poderia destruir asteroides por meio de frequências emitidas. A destruição dos asteroides deve ocorrer por meio do processo de ressonância.

Estágio semelhante ao jogo “PAC MAN”, em que os inimigos do personagem poderiam ser roteadores WI-FI, no qual a proximidade dos mesmos resultaria em um maior gasto de energia, já que esta ocorre em celulares reais (a conexão WI-FI aumenta o gasto de energia). A bateria do celular, sendo composta de lítio, funciona como um fluxo de elétrons negativos para positivos, de modo que a bateria não vicie.

Possibilidade de coletar “power up” (bônus) que permitam maior duração da bateria, como exemplo, uma bateria externa. Os mesmos são temporários.

A capacidade de coletar moedas para que esses bônus sejam melhorados e tenham maior duração.



Um desses bônus poderia resultar em uma maior agilidade nos movimentos, temporariamente, permitindo que o jogador atinja maior pontuação.

### GRUPO III



### Frequência da lâmina

- Para as próximas fases, o personagem ZUM, irá utilizar as antenas já existentes no jogo para produzir uma frequência para a vibração de uma lâmina, a qual irá cortar a corda que sustenta a ponte.

## Frequência da lâmina

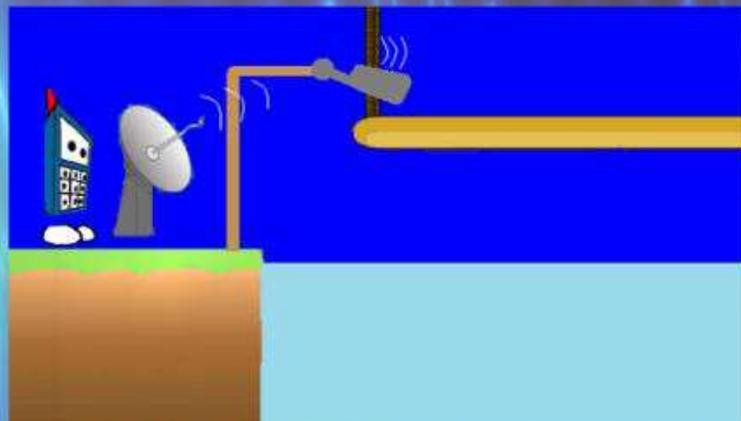


Imagem meramente ilustrativa

## Elevador

- A energia eletromagnética proveniente da lanterna do celular, produzirá energia para um elevador, fazendo com que ele desça para outro ambiente, que seria uma mina.

## Para a Mina



Imagem meramente ilustrativa

## Para uma fase no alto



Imagem meramente ilustrativa

## A Mina

- A mina possui explosivos no chão. O personagem terá que pular, para não causar uma explosão.
- Em parte dessa nova fase, ZUM irá se transportar em vagonetas. Nelas ele terá que usar seus instrumentos de frequência para destruir as caixas em seu caminho.
- No fim da mina, haverá um muro baixo que irá parar a vagoneta, onde ZUM terá que pular e voltar para o solo.

## Postos de carregamento

- Ao longo do caminho, a cada 45 metros, estarão presentes postos para o personagem recarregar sua energia em 20%, fazendo-a durar por mais um tempo.

## Posto de carregamento



Imagem meramente ilustrativa



Imagem meramente ilustrativa

## Zum e Zuma

- Ao percorrer o caminho, outra personagem chamada ZUMA, um outro celular, aparecerá. Ela ligará para ZUM, o que atrapalhará seu desempenho. O personagem então, deverá acionar uma cápsula metálica que irá sair do chão e atrasá-lo um pouco.

## Gaiola de Faraday



## Gaiola de Faraday



## Gaiola de Faraday



## Instrumento vocal

- O jogador irá usar o microfone do meio onde estiver jogando, para produzir um som vocal, que alcançará uma frequência próxima a de garrafas ou outros objetos de cristal existentes no jogo. Utilizando o princípio da ressonância.

## Instrumento vocal



## Evolução de ZUM

- Ao longo do jogo, haverá caixas premiadas em meio às outras, que ao serem destruídas proporcionarão itens para um upgrade na próxima fase do jogo. Onde, ZUM se tornará um smartphone.

## Smart ZUM



Imagem meramente ilustrativa

**GRUPO IV****SEQUÊNCIA - JOGO ZUM**

Grupo IV



As inovações presentes na segunda fase do jogo “Zum” são:

- Novo personagem, conhecido como “Doutor Vidro”
- Nova arma, a qual emite ondas sonoras
- Novo meio de eliminação do “Zum”
- Uma barra, a qual indica o aparecimento do vilão



A nova fase do jogo “Zum”, será dividida em duas partes:

- O personagem principal deverá recolher “pedaços” (como se fossem os elétrons do jogo) para montar uma arma, a qual é capaz de disparar ondas sonoras (tridimensionais).
- Haverá uma barra indicadora, a qual irá mostrar quando o vilão “Dr. Vidro” aparecerá; permitindo assim que o personagem se prepare para atirar no mesmo. O vilão, deverá ser morto, pois lança no Zum folhas de papel alumínio, ocasionando a morte do personagem.

Na primeira parte, o ambiente do jogo Zum permanecerá o mesmo, porém ao invés de elétrons, será disponibilizado os pedaços da arma para que o personagem recolha. Já na segunda parte, “Zum” entra em uma espécie de sala, onde na barra indicadora, quando alcançar o ponto medido pela seta, atirará no “Dr. Vidro”, o qual vai aparecer por toda parte da tela. O vilão será um “caco” de vidro com cara de mau, o qual segurará pedaços de papel alumínio. O fundo será simples, apenas uma armadilha, a qual levou “Zum” até a sala do vilão.

No contexto, “Dr. Vidro” prepara uma armadilha para que “Zum” entre em sua sala e seja atingido por papéis alumínio, mas o mesmo recebe uma mensagem (que aparecerá na tela do jogo) e se prepara recolhendo pedaços para desenvolver uma arma, a qual emite onda sonora, sendo capaz de destruir “Dr. Vidro”, para que dessa forma o personagem sobreviva e consiga prosseguir para novas fases.

## GRUPO V



## • NOVO PERSONAGEM

- Adição de novo personagem
- Características específicas

## • ALTERNANCIA ENTRE DIAS E NOITES

- O jogo será dividido entre dias e noites

## ANEXO II – Apresentação roteiro estudantes - 2ª Aplicação

### GRUPO I

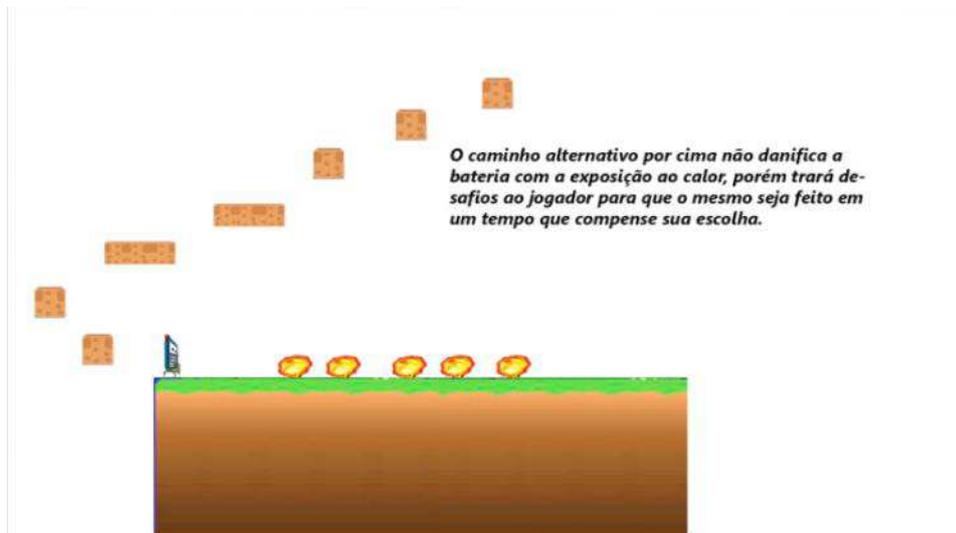


#### Ideias

- Aumento do gasto de bateria através de calor
- Mudança de meio
- Salvar a “Zuna”

## Aumento do gasto de bateria

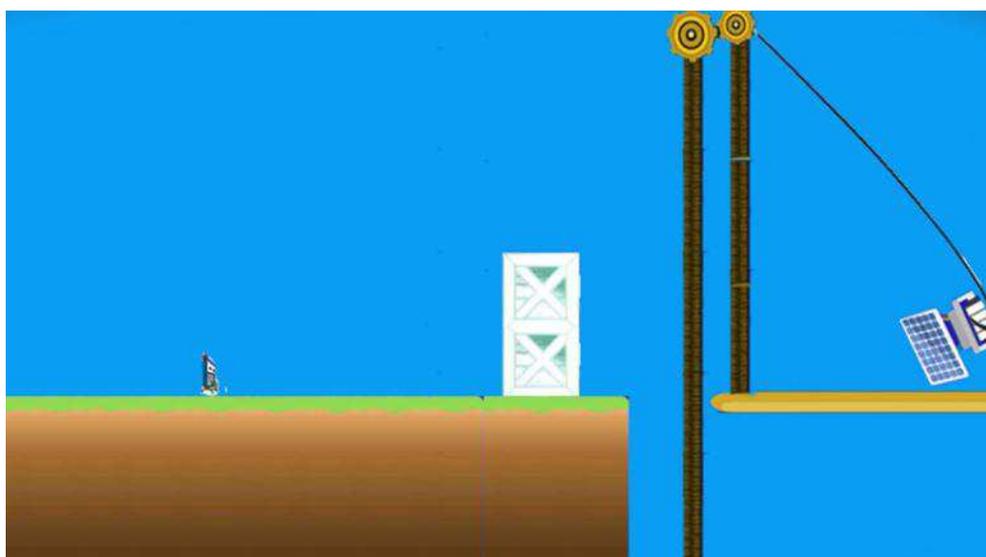
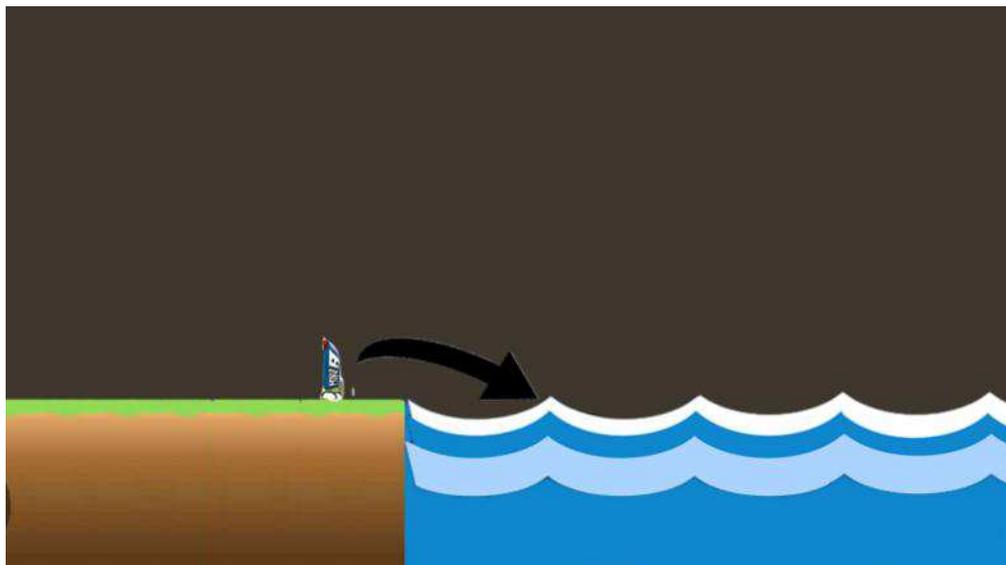
- Como os processadores são sensíveis ao calor, quanto mais quente é um ambiente, mais a bateria será consumida, já que ele precisa reduzir a energia para não se superaquecer. Como consequência, ocorre um maior consumo de bateria, porque gasta um tempo maior para realizar os processos que necessitam de mais energia.
- Em exposição prolongada ao calor a vida útil da bateria diminui, além de que ela se esvai mais rapidamente.



## Mudança de Meio (Refração)

- É o fenômeno que ocorre quando uma onda passa de um meio para outro de características distintas, tendo sua direção desviada.
- Independente de cada onda, sua frequência não é alterada na refração, no entanto, a velocidade e o comprimento de onda podem se modificar

Vácuo -> 300.000 (Km/s)
Ar-> 299.890 (Km/s)
Cabo de cobre -> 180.000 – 240.000 (Km/s)
Água-> 226.000 (Km/s)
Fibra Óptica -> 205.000 (Km/s)



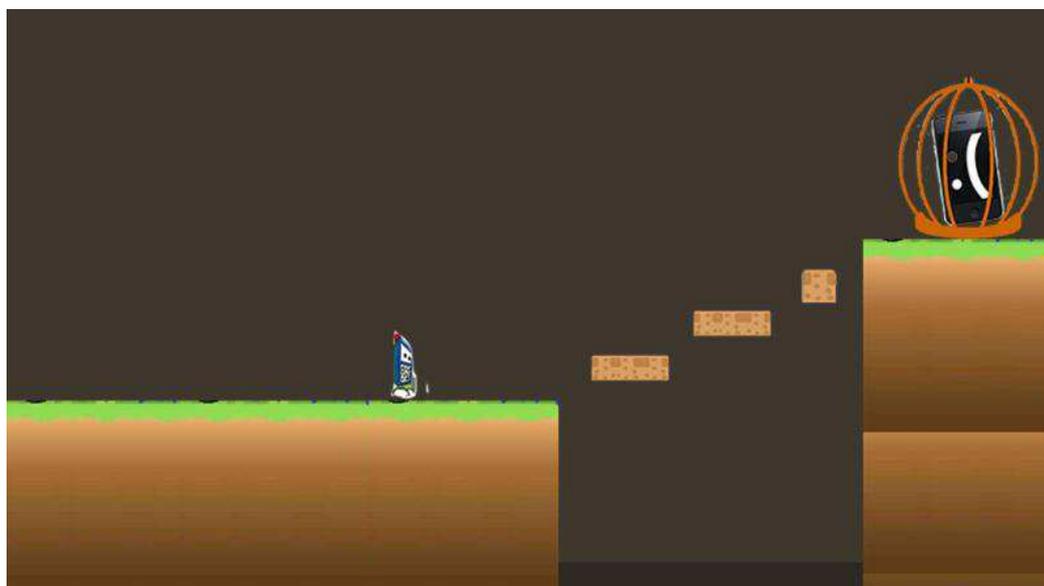
## Gaiola de Faraday

- A personagem 'Zuna' se encontra aprisionada em uma Gaiola de Faraday, logo não consegue fazer contato através de ondas.
- O 'Zum' necessitará de uma antena que emita ondas de mesma frequência do metal da gaiola para que ela se rompa e 'Zuna' se liberte.

## BLINDAGEM ELETROSTÁTICA E GAIOLA DE FARADAY

- Como o campo elétrico é nulo dentro de um condutor em equilíbrio eletrostático, uma proteção metálica é capaz de blindar o que contém em seu interior.





## GRUPO II

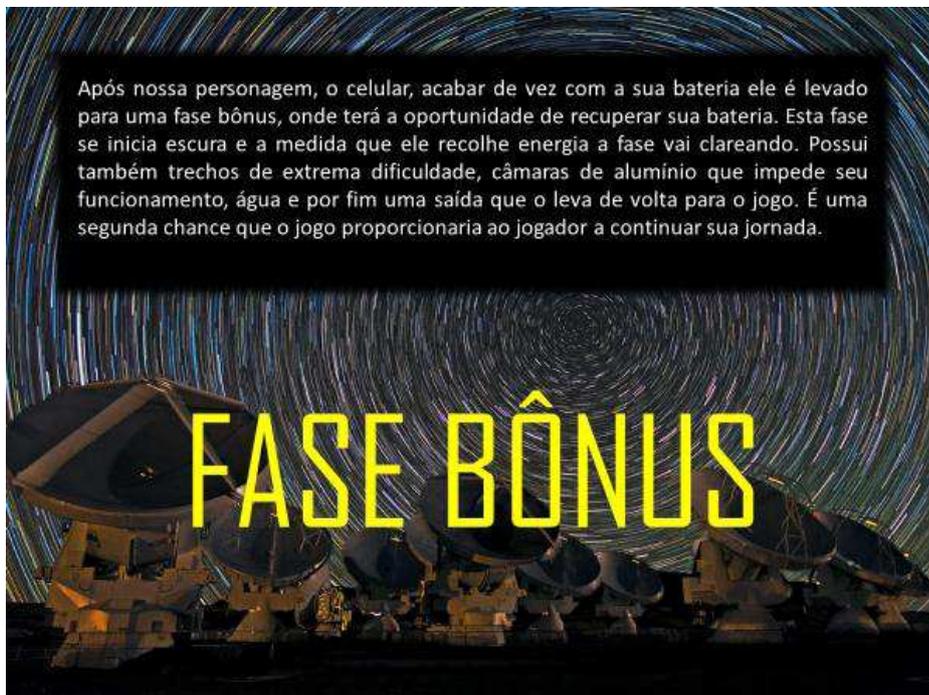


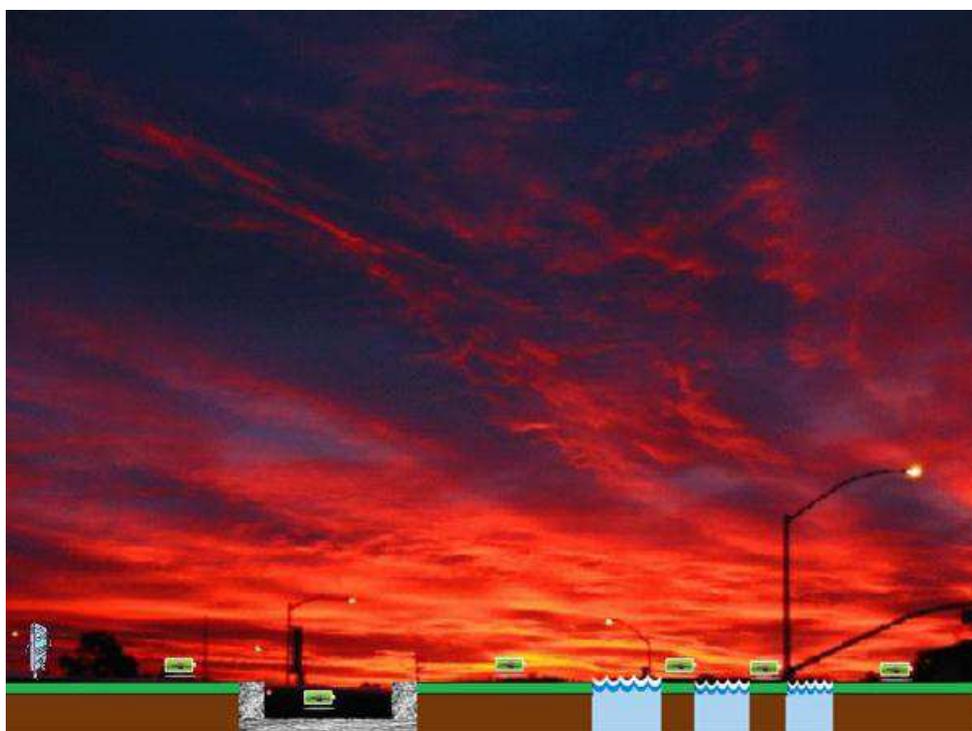
O papel alumínio bloqueia o sinal de celulares por causa do princípio da gaiola de Faraday. Michael Faraday, um cientista do início dos anos 1800, descobriu que uma carga elétrica existe do lado de fora de um condutor carregado, e a carga elétrica não possui efeitos sobre nada que está cercado pelo condutor. Isso acontece porque as cargas elétricas do meio externo se cancelam com os campos elétricos internos. Ao embrulhar um celular em papel alumínio cria uma gaiola de Faraday. Devido ao fato do sinal do celular ser eletrônico, o papel alumínio previne que ele atinja o celular.

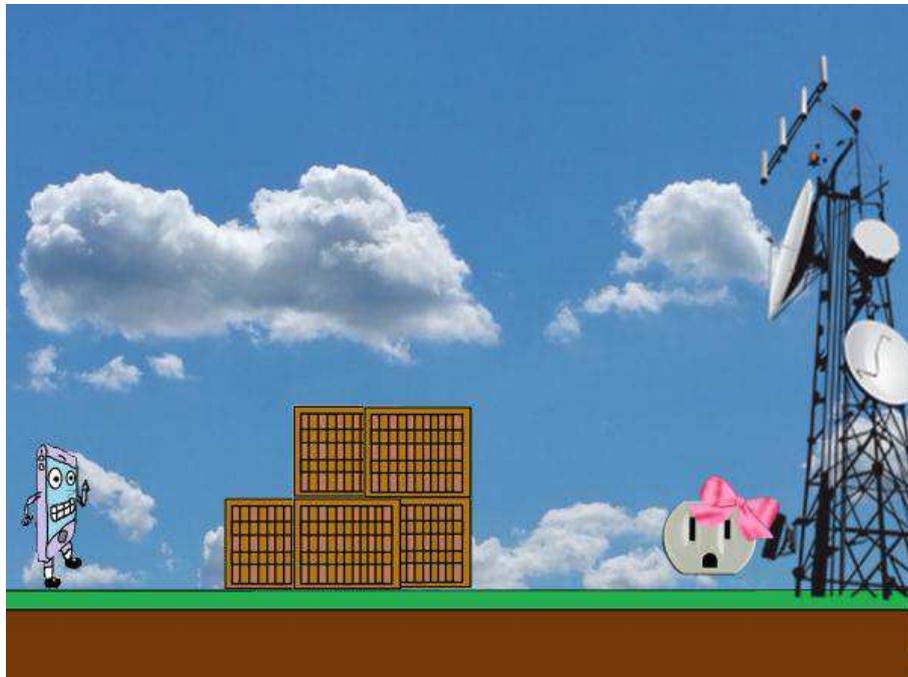
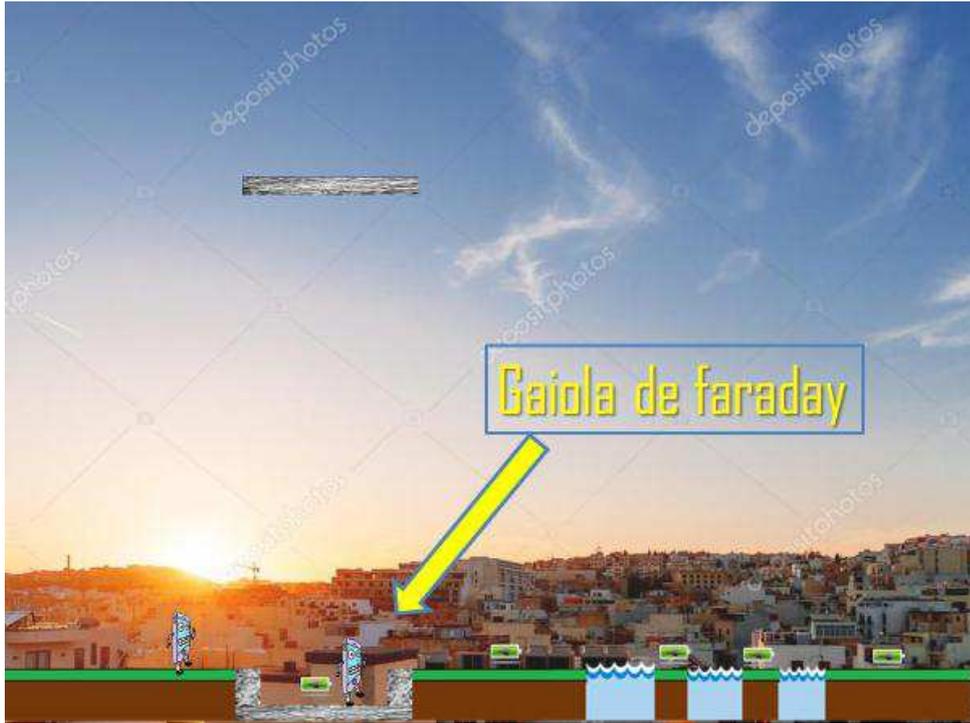


Após nossa personagem, o celular, acabar de vez com a sua bateria ele é levado para uma fase bônus, onde terá a oportunidade de recuperar sua bateria. Esta fase se inicia escura e a medida que ele recolhe energia a fase vai clareando. Possui também trechos de extrema dificuldade, câmaras de alumínio que impede seu funcionamento, água e por fim uma saída que o leva de volta para o jogo. É uma segunda chance que o jogo proporcionaria ao jogador a continuar sua jornada.

# FASE BÔNUS

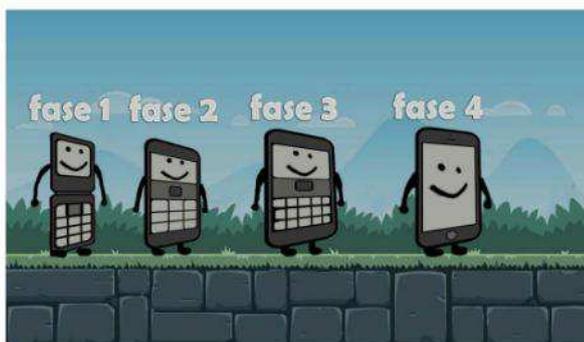






**GRUPO III****ZUM 2.0**

Grupo: A1, A8, A10, A12

**DESIGNER****CONCEITOS BASICOS NA FISICA NO JOGO  
ZUM 2.0**

- Gaiola de faraday
- Efeito doppler: Do som e da luz
- Ressonancia



## AQUISICOES DO ZUM 2.0

- Haverá quatro(4) fases com a intenção de promover diretos níveis de dificuldades
- Uma aquisição no treinamento para notificar o jogador sera conquistas como: trofeus, ranking de recordes e medalhas
- O protagonista Zum , com o passar das fases ,irá adquirir habilidades e evolucoes no seu designer
- Com a nova verssao do zum o jogador se encontrara com novos obstaculos e novos viloes

## MENU



## FASE 1



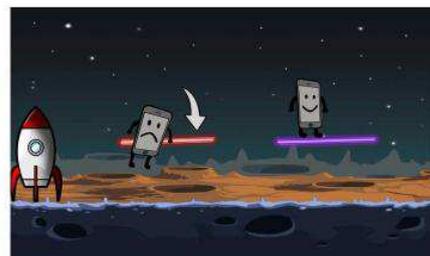
## FASE 2



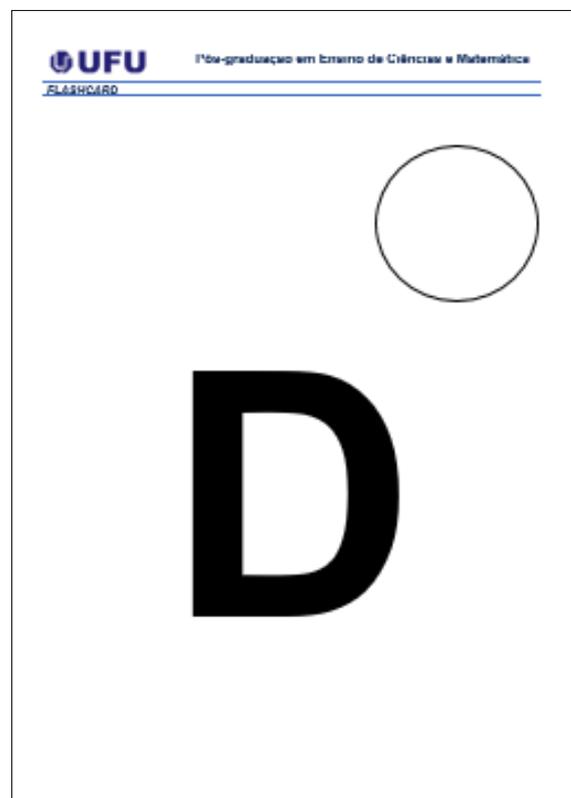
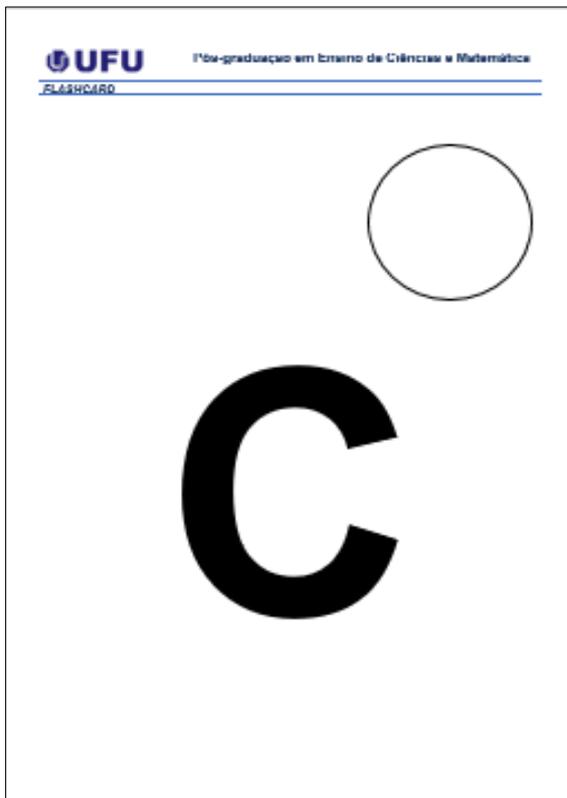
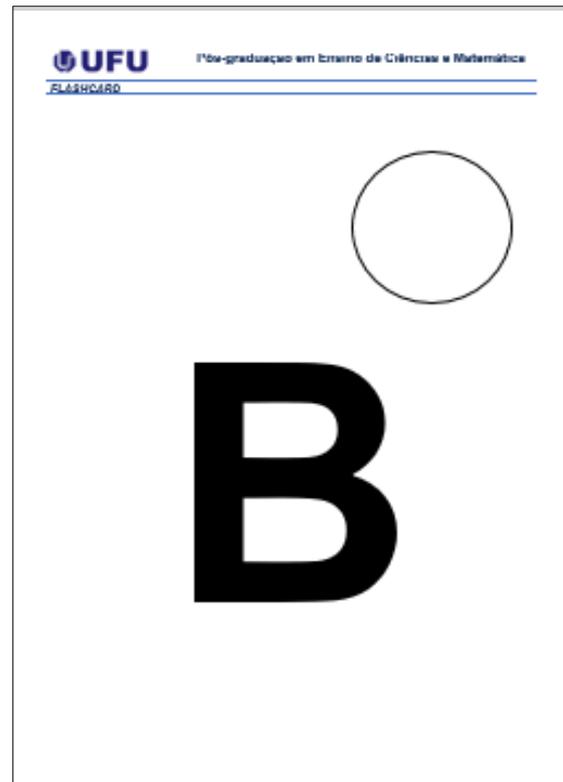
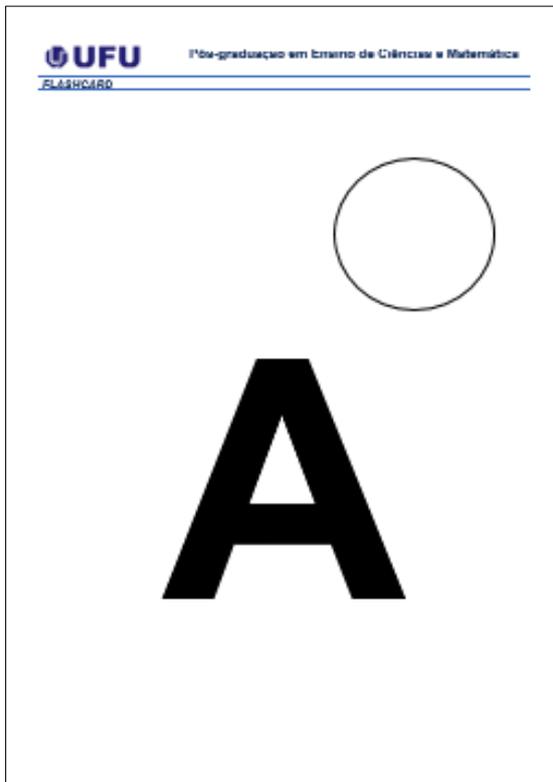
## FASE 3



## FASE 4



**ANEXO III – Cartões de resposta**



 **UFU** Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática  
BACHARELO

---



The image contains a large, bold, black letter 'E' and a simple black outline of a circle. The 'E' is positioned in the lower-left quadrant, and the circle is in the upper-right quadrant.