



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
IFCE *CAMPUS* FORTALEZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA
MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

JOSÉ CARLOS FERREIRA BASTOS

OBJETO DE APRENDIZAGEM (OA) NO ENSINO DO MOVIMENTO
HARMÔNICO SIMPLES: UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO
METODOLOGIA ISLE

FORTALEZA-CE
DEZEMBRO DE 2020

JOSÉ CARLOS FERREIRA BASTOS

**OBJETO DE APRENDIZAGEM (OA) NO ENSINO DO MOVIMENTO
HARMÔNICO SIMPLES: UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO
METODOLOGIA ISLE**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Matemática do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - *Campus* Fortaleza, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Linha de pesquisa: Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales

Coorientadora: Profa. Dra. Juscileide Braga de Castro

**FORTALEZA-CE
DEZEMBRO DE 2020**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- B327o Bastos, José Carlos Ferreira.
OBJETO DE APRENDIZAGEM (OA) NO ENSINO DO MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES:
UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO A METODOLOGIA ISLE / José Carlos Ferreira Bastos. -
2020.
102 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Aperfeiçoamento de Professores para a Educação
Inclusiva, Campus Fortaleza, 2020.
Orientação: Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales.
Coorientação: Prof. Dr. Juscileide Braga de Castro.
1. Objeto de Aprendizagem. 2. Metodologia ISLE. 3. Movimento Harmônico Simples. I. Título.
CDD 371.9
-



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA**

Aos 18 dias do mês de dezembro do ano de 2020, às **15h15** no através de videoconferência pelo link: meet.google.com/qkx-jozf-jmd, realizou-se a Defesa de dissertação, intitulada "**OBJETO DE APRENDIZAGEM (OA) NO ENSINO DO MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES: UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO A METODOLOGIA ISLE**", de autoria do candidato **JOSÉ CARLOS FERREIRA BASTOS**, aluno do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PGCEM/IFCE, em nível de Mestrado. A Comissão Examinadora esteve constituída pelos professores: **Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales** – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, Presidente, **Profa. Dra. Juscileide Braga de Castro (co-orientadora)** – Universidade Federal do Ceará - UFC, **Prof. Dr. José Carlos Parente de Oliveira** – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE e Prof. Dr. **Paulo de Tarso Cavalcante Freire** – Universidade Federal do Ceará - UFC. Concluídos os trabalhos de apresentação e arguição, o candidato foi **APROVADO** pela Comissão Examinadora. Foi concedido um prazo de 90(noventa) dias, para o candidato efetuar as correções sugeridas pela Comissão Examinadora e apresentar o trabalho em sua redação definitiva, sob pena de não expedição do Diploma. E, para constar, foi lavrada a presente ata, que vai assinada pelos membros da Comissão.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. **Gilvandenys Leite Sales (orientador)** – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE - Presidente

Profa. Dra. **Juscileide Braga de Castro (co-orientadora)** – Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof. Dr. **José Carlos Parente de Oliveira** – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE

Prof. Dr. **Paulo de Tarso Cavalcante Freire** – Universidade Federal do Ceará - UFC

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: OBJETO DE APRENDIZAGEM (OA) NO ENSINO DO MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES: UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO A METODOLOGIA ISLE

LOCAL: Link: meet.google.com/qkx-jozf-jmd

HORA DE INÍCIO: 15h15

Em sessão pública, após exposição de cerca de **2 (duas) horas**, o candidato foi arguido oralmente pelos membros da banca tendo como resultado:

(**X**) **APROVADO**, devendo o candidato entregar a versão final no prazo máximo de 90 dias.

() APROVADO com louvor.

() APROVAÇÃO CONDICIONAL, devendo o candidato satisfazer, no prazo máximo de 90 dias, às exigências listadas na Folha de Modificações de Dissertação de Mestrado anexa à presente ata.

() REPROVADO.

Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é abaixo assinada pelos membros da banca, na ordem acima determinada, e pelo candidato:

Fortaleza, 18 de dezembro de 2020.

Presidente: Prof. Dr. **Gilvandenys Leite Sales**

Profa. Dra. **Juscileide Braga de Castro**

Prof. Dr. **José Carlos Parente de Oliveira**

Prof. Dr. **Paulo de Tarso Cavalcante Freire**

Candidato(a): **JOSÉ CARLOS FERREIRA BASTOS**



Documento assinado eletronicamente por **Gilvandenys Leite Sales, Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 18/12/2020, às 17:50, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Paulo de Tarso Cavalcante Freire, Usuário Externo**, em 18/12/2020, às 18:07, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Juscileide Braga de Castro, Usuário Externo**, em 18/12/2020, às 18:41, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **José Carlos Parente de Oliveira, Usuário Externo**, em 25/01/2021, às 11:24, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **José Carlos Ferreira Bastos, Usuário Externo**, em 01/02/2021, às 11:45, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade do documento pode ser conferida no site https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **2250259** e o código CRC **0F82543D**.

A Deus,
Aos meus pais, Moacir do Nascimento Bastos (*in memoriam*) e
Maria Ferreira Bastos.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, em primeiro lugar, a Deus, por ter me dado forças para concretizar este trabalho.

Ao Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales, por ter aceito ser meu orientador.

A todos meus professores do Mestrado.

Ao colega Prof. Me. Diego de Oliveira Silva, por sua prestimosa ajuda e sua constante atenção.

Aos colegas do Mestrado, em especial a Dina Séfora Santana Menezes Lima e Arlete Moura de Oliveira Cabral.

Ao curso de Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Matemática do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, *Campus* Fortaleza.

À Dra. Marta Alves, meu grande amor, por ter me incentivado e me ajudado durante toda essa jornada.

Aos professores da banca: Profa. Dra. Juscileide Braga de Castro, Prof. Dr. José Carlos Parente de Oliveira e Prof. Dr. Paulo de Tarso Cavalcante Freira.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

“A personalidade criadora deve pensar e julgar por si mesma, porque o progresso moral da sociedade depende exclusivamente da sua independência”.

(ALBERT EINSTEIN)

RESUMO

Em sala de aula, o Movimento Harmônico Simples (MHS) é um conteúdo geralmente visto na forma apenas de aula expositiva e, por isso mesmo, é considerado um conteúdo de difícil compreensão. Na intenção de reduzir essa problemática, foi formulada a seguinte questão investigativa da pesquisa: o Objeto de Aprendizagem (OA) contribui para a compreensão do MHS, a partir da abordagem da Metodologia ISLE? Para tanto, buscou-se fazer simulações de gráficos do MHS com auxílio de ferramentas digitais. Esta pesquisa foi realizada no IFCE - *Campus* Fortaleza e tem como objetivo central analisar o uso de OA na disciplina de Física, visando auxiliar o aluno na simulação de gráficos do Movimento Harmônico Simples (MHS), amparados pela Metodologia Ativa do tipo ISLE, que propõe um Ambiente de Aprendizagem Investigativa de Ciências. Os alunos realizaram um pré-teste no qual deveriam analisar e interpretar os dados de um MHS a partir de seu gráfico. Em seguida, utilizando o OA, os alunos exploraram as variáveis presentes em um movimento periódico, podendo interagir com o mesmo e visualizando as mudanças no movimento e nos gráficos a ele relacionados. Por fim, os estudantes realizaram um pós-teste que consistia em, novamente, interpretar um fenômeno de MHS com base em seu gráfico e produzir novos gráficos representando outras de suas variáveis. Dessa forma, foi possível analisar, com base na Taxonomia de Bloom e da Aprendizagem Significativa, as possíveis melhorias no desempenho dos alunos ao trabalharem conceitos e representações gráficas do MHS. Os resultados apontaram para uma melhoria na compreensão dos aprendizes a respeito do assunto estudado, indicando que a utilização de ferramentas digitais e metodologias ativas podem contribuir para uma aprendizagem significativa de conceitos de Física, mais especificamente do MHS.

Palavras-chave: Objeto de Aprendizagem. Metodologia Ativa. Movimento Harmônico Simples.

ABSTRACT

In classroom, the Simple Harmonic Movement (SHM) is a content generally seen only in the form of expository classes and, for this reason, considered difficult to understand. In order to solve this problem, the following research question was asked: does the Learning Object (LO) contribute to the understanding of SHM, based on the ISLE Methodology approach? For that, simulations of SMH graphics were created with the aid of digital tools. This research was carried out at IFCE *Campus* Fortaleza and its main objective was to analyze the use of a LO in the discipline of Physics, aiming to assist the student in the simulation of graphs of the Simple Harmonic Movement (SHM), supported by the Active Methodology of the ISLE type, which proposes a Science Investigative Learning Environment. The students performed a pre-test in which they were to analyze and interpret the data of an SHM from its graph. Then, using the LO, the students explored the variables present in a periodic movement, being able to interact with it and visualizing the changes in the movement and in the graphs related to it. Finally, the students performed a post-test that consisted of, again, interpreting an SHM phenomenon based on its graph and producing new graphs representing other of its variables. Thus, it was possible to analyze, based on Bloom's Taxonomy and Meaningful Learning, the possible improvements in students' performance when working on SHM concepts and graphical representations. The results point to an improvement in the understanding of the learners regarding the studied subject, indicating that the use of digital tools and active methodologies can contribute to a meaningful learning of Physics concepts, more specifically, of the SHM.

Keywords: Learning Object. Active Methodologies. Simple Harmonic Movement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo de Aprendizagem de Karplus	26
Figura 2 - Representação Gráfica do MCU	35
Figura 3 - Valores de Fase no MHS	36
Figura 4 - Função da Velocidade Instantânea	37
Figura 5 - Função da Aceleração Instantânea.....	37
Figura 6 - Função da Elongação do MHS	38
Figura 7 - Laboratório de Informática Aplicada à Educação no IFCE.....	42
Figura 8 - Tela Inicial do OA <i>Potential Energy of a Spring</i>	44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Pré-teste x pós-teste sobre as equações do MHS	49
Gráfico 2 - Pré-teste x pós-teste sobre construção de gráficos do MHS	50
Gráfico 3 - Estrutura física e condições do laboratório	52
Gráfico 4 - Aulas Teóricas e Motivação dos Alunos.....	53
Gráfico 5 - Uso e Características do Objeto de Aprendizagem.....	54
Gráfico 6 - Influência do OA na Realização das Atividades.....	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tipos de Objetos de Aprendizagem	28
Quadro 2 - Características dos Domínios de Desenvolvimento	30
Quadro 3 - Etapas e Objetivos da Taxonomia de Bloom	32
Quadro 4 - Questões do Pré-Teste	41
Quadro 5 - Questionário de Satisfação	51
Quadro 6 - Respostas do Questionário Sobre as Opiniões dos Alunos	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Tabela Bidimensional da Taxonomia de Bloom Revisada	33
Tabela 2 - Pré-Teste Conhecimentos Prévios.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AS	Aprendizagem Significativa
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
EM	Ensino Médio
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
MAA	Metodologias Ativas de Aprendizagem
MHS	Movimento Harmônico Simples
OA	Objeto de Aprendizagem
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
UEPS	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E SUAS FERRAMENTAS	21
2.1	Metodologias Ativas.....	22
2.2	Aprendizagem Baseada em Investigação.....	23
2.2.1	<i>A Metodologia ISLE - Investigative Science Learning Environment</i>	24
2.3	Ferramentas Digitais na Educação	27
2.3.1	<i>Objetos de Aprendizagem (OA)</i>	27
2.4	A Taxonomia de Bloom	30
2.4.1	<i>Taxonomia Revisada de Bloom</i>	31
3	MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES NO ENSINO MÉDIO.....	34
3.1	Movimentos Oscilatórios.....	34
3.2	Movimento Harmônico Simples (MHS)	35
3.2.1	<i>Função horária da elongação</i>	35
3.2.2	<i>Função horária da velocidade escalar instantânea</i>	36
3.2.3	<i>Função horária da aceleração escalar instantânea</i>	37
3.2.4	<i>Função horária da elongação no MHS</i>	38
4	METODOLOGIA.....	40
4.1	Etapas da Pesquisa	40
4.2	Sequência Didática.....	42
4.3	O Software GeoGebra	43
4.3.1	<i>O aplicativo utilizado</i>	44
5	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	46
5.1	Conhecimentos Prévios Sobre MHS	46
5.2	Funções Horárias e Construção de Gráficos.....	48
5.3	Opiniões dos Alunos Sobre as Atividades e Ferramentas	50
6	CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57

REFERÊNCIAS.....	59
APÊNDICE A – PRÉ-TESTE SOBRE OS ELEMENTOS DO MHS	62
APÊNDICE B – PÓS-TESTE SOBRE OS ELEMENTOS DO MHS	63
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO CONHECIMENTO PRÉVIO DO ASSUNTO – MHS	64
APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE STAISFAÇÃO.....	66
APÊNDICE E – EXPERIÊNCIA DOS ALUNOS NO LIAED DO IFCE.....	69
ANEXOS A – COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO	72
ANEXO B – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CONSELHO DE ÉTICA	73
ANEXO C – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE).....	80
ANEXO D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TALE	85
ANEXO E – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO TCLE APRESENTADO AOS RESPONSÁVEIS	93

1 INTRODUÇÃO

O ensino tradicional, utilizando-se apenas de “quadro e giz”, é ainda muito difundido nas escolas do Brasil. Este tipo de prática pedagógica se mostra ineficaz em engajar os alunos nas atividades realizadas, fazendo com que ocorra uma aprendizagem mecanizada e apartada do contexto no qual o estudante se encontra (SILVA; SALES; CASTRO, 2018).

Além disso, colocar o professor como o protagonista do processo educacional, impondo aos alunos uma série de atividades repetitivas, prioriza-se apenas a memorização dos conteúdos abordados por parte dos estudantes. Dessa forma, inibe-se a formação de um pensamento crítico por parte dos discentes (LIBÂNIO, 1994).

Estes obstáculos estão bastante presentes na aprendizagem de Física, pelo fato dos alunos, geralmente, não se interessarem pela matéria e as metodologias empregadas nas aulas, muitas vezes, desconsideram particularidades e experiências trazidas pelos estudantes, afastando-os da disciplina (LIMA; GAIO, 2009).

Várias estratégias de ensino-aprendizagem que trazem o aluno para uma posição de protagonismo do processo de aprendizado foram desenvolvidas nas últimas décadas. *Peer Instruction* (MAZUR, 1997), *Just-in-time Teaching* (NOVAK *et al.*, 1999), *SCALE-UP* (BEICHNER *et al.*, 2007) e *Team-Based Learning* (MICHAELSEN; SWEET, 2011) são algumas das metodologias que podem modificar o foco das atividades em sala de aula.

Além disso, é notável que a crescente evolução tecnológica traz mudanças para a sociedade, que cada vez mais se utiliza de ferramentas digitais em vários aspectos do seu cotidiano. Sendo assim, esta pesquisa pretende entender como essas novas tecnologias podem influenciar o ensino de Física. Sales *et al.* (2008) afirmam que o uso de Objetos de Aprendizagem (OA) pode estimular a criação de um ambiente em que problemas e fenômenos podem ser mais facilmente criados e explorados, permitindo a realização de práticas antes limitadas pelos espaços físicos da escola.

O MHS é um tópico presente em diversos ramos da Física e da engenharia. É comum que os estudantes considerem o MHS como um assunto de difícil compreensão. Isso pode ser atribuído ao demasiado foco dado às demonstrações matemáticas, em detrimento de análises físicas dos fenômenos (ROCHE, 2002).

Uma forma de contornar esses obstáculos ao ensino de MHS e gerar uma evolução dos conceitos trazidos pelos alunos pode ser encontrada nos estudos de Ausubel (1968) e na sua Aprendizagem Significativa (AS). A AS leva em consideração aquilo que os aprendizes já

sabem, favorece a utilização de técnicas e ferramentas que se relacionem com o assunto estudado e que sejam capazes de despertar o interesse dos alunos.

O Movimento Harmônico Simples (MHS) é um conteúdo geralmente visto apenas na forma de aulas expositivas. Por seu grau de abstração, muitas vezes, a disciplina é considerada de difícil compreensão. Na intenção de reduzir essa problemática, buscou-se fazer simulações de gráficos do MHS com auxílio de ferramentas digitais.

Ressalte-se que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece uma série de competências que devem ser desenvolvidas pelos alunos da educação básica. No que diz respeito às Ciências da Natureza, espera-se que os alunos do ensino médio sejam capazes de analisar, utilizar e interpretar fenômenos naturais e processos de natureza tecnológica, levando em consideração seus impactos na dinâmica da vida na Terra (BRASIL, 2018).

Além disso, a BNCC propõe que o ensino das Ciências da Natureza estimule os estudantes a elaborarem teorias críticas a respeito dos fenômenos estudados, formulando discursos baseados em teorias científicas e buscando soluções para os problemas socioambientais nos níveis local e global. Espera-se também que o aluno esteja apto a divulgar suas descobertas a diferentes públicos, utilizando as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) (BRASIL, 2018).

É importante que se faça presente em sala de aula a utilização de metodologias que permitam a visualização dos fenômenos estudados, estimulando os alunos a questionarem e buscarem o entendimento da matéria. Além disso, ao se distanciar de práticas mais tradicionais, estimulando que os alunos façam questionamentos e comentários, criando e expondo os modelos físicos criados, propicia-se uma melhor dinâmica em sala de aula (ERTHAL; GASPAR, 2006).

Dessa forma, este estudo ancora-se na perspectiva da Aprendizagem Significativa, utilizando uma sequência didática que se utilize da metodologia ISLE, sigla em inglês para Ambiente de Aprendizagem Investigativa de Ciências¹ (ETKINA, 2015). A metodologia ISLE procura incentivar os alunos a emularem o comportamento dos cientistas, relacionando-se com os fenômenos estudados de forma a descobrir e formular as suas próprias hipóteses. Além de ser uma metodologia que favorece a utilização de ferramentas digitais, possui elementos que dialogam com a Aprendizagem Significativa.

Sendo assim, formulou-se a seguinte questão investigativa da pesquisa: o OA contribui para facilitar a compreensão do MHS, a partir da abordagem da Metodologia Ativa? Para tanto,

¹ <https://www.islephysics.net/>

buscou-se fazer simulações de gráficos do MHS com auxílio de ferramentas digitais. Esta pesquisa, portanto, tem como objetivo central analisar o uso de Objeto de Aprendizagem (OA) na disciplina de Física, do conteúdo MHS, visando auxiliar o aluno na elaboração de gráficos do Movimento Harmônico Simples (MHS), amparados em Metodologia Ativa (tipo ISLE).

Com base na pergunta investigativa, levantou-se a hipótese de que uso de Objeto de Aprendizagem (OA) aliado à metodologia ISLE e voltado para a aprendizagem do Movimento Harmônico Simples (MHS), contribui para facilitar a compreensão na simulação de gráficos MHS.

Dessa forma, o objetivo central é analisar o uso de uma sequência didática baseada na Metodologia ISLE na disciplina de Física, visando auxiliar o aluno na compreensão dos fenômenos físicos envolvidos no Movimento Harmônico Simples (MHS).

Para alcançar o objetivo central do estudo e em função da hipótese elencada, buscou-se: investigar a influência de um Objeto de Aprendizagem na compreensão dos alunos, a respeito dos gráficos do Movimento Harmônico Simples (MHS); verificar as opiniões dos alunos a respeito da utilização de uma metodologia de aprendizagem ativa que promovesse uma abordagem investigativa dos fenômenos físicos; e, por fim, avaliar a aprendizagem dos gráficos de Movimento Harmônico Simples (MHS), através das respostas dos alunos aos questionários abertos que foram aplicados.

Esta pesquisa justifica-se e pode tornar-se relevante para o aluno, por auxiliar na apreensão de conhecimento sobre um assunto de difícil aprendizado. Além disso, oferece ao professor meios para abordar o MHS com o auxílio de ferramentas digitais, oportunizando a atualização das práticas em sala de aula. Esta é uma exigência que está amparada nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM, 2006), no qual é enfatizado que a educação deve estar integrada na sociedade tecnológica, sendo que o professor precisa se preparar e enfrentar os desafios impostos pelas modernas tecnologias que estão em constante evolução.

No capítulo 2, é descrito o Referencial Teórico. Também é apresentada a revisão da Literatura na qual se buscam teorias, artigos e livros na respectiva área de investigação do estudo. Além disso, apresenta-se um estudo sobre objeto de aprendizagem (OA), elaborado a partir do software GeoGebra, enfocando a parte física do conteúdo investigativo.

No capítulo 3, apresenta-se um resumo do Movimento Harmônico Simples e como é posto aos alunos do Ensino Médio.

No capítulo 4, são expostos os Procedimentos Metodológicos da pesquisa. Trata-se de um Estudo de Caso descritivo e interpretativo com o Método de abordagem investigativo (tipo

ISLE). São descritas as fases de investigação. Para o término desse capítulo, apresentam-se a análise e discussão dos dados.

No capítulo 5, apresenta-se a Conclusão e Considerações Finais.

2 A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E SUAS FERRAMENTAS

A Aprendizagem Significativa (AS) “é o processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não-literal) à estrutura cognitiva do aprendiz” (MOREIRA, 2011, p. 22). Dessa forma, acredita-se que a utilização de uma metodologia ativa de aprendizagem pode favorecer a ocorrência de uma aprendizagem significativa do assunto estudado.

A AS baseia-se na ideia de que novos conhecimentos são mais bem assimilados quando construídos sobre ideias prévias, chamadas de subsunçores. Nesse processo, os conhecimentos novos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (MOREIRA, 2010).

O ensino tradicional favorece a aprendizagem por recepção, em cujo processo o aluno atua de maneira passiva e o professor é o protagonista do processo educacional. Já a aprendizagem por descoberta é aquela onde o estudante é estimulado a interagir com o conhecimento, analisando de maneira crítica os fenômenos abordados em aula.

No entanto, em ambas as situações, a ocorrência de aprendizagem significativa pode ser observada, desde que o aluno relacione as novas informações adquiridas com ideias relevantes da sua estrutura cognitiva. Assim como ambas as aprendizagens, por recepção ou por descoberta, podem ser mecânicas (automáticas) se o aluno incorporar as novas informações de maneira arbitrária e literal (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Desta forma, entende-se que os conteúdos de Física no Ensino Médio não devem ser ensinados somente com aulas puramente expositivas. Nesse tipo de aula, predomina-se a transmissão de conteúdos durante praticamente todo o tempo de aula e o professor se utiliza predominantemente de recursos tradicionais, como quadro e giz. Este tipo de ensino tem deixado os estudantes desmotivados e desinteressados pelas aulas de física (LIMA; GAIO, 2009).

A ocorrência da AS se faz através da presença de três fatores primordiais: os conhecimentos prévios do aluno, a utilização de materiais potencialmente significativos e a vontade do aluno em aprender (AUSUBEL, 1968). Ferramentas e práticas metodológicas podem ser implementadas para explorar cada um destes pilares, com a utilização de Objetos de Aprendizagem (OA), que apresentam o conteúdo de forma atraente aos estudantes e testes exploratórios, que possam indicar ao professor os conceitos presentes no ecossistema conceitual dos alunos. Além disso, a própria utilização destes recursos configura a presença de materiais potencialmente significativos (SILVA, 2018).

Vieira e Vieira (2003) reforçam esse processo afirmando que um dos desafios do ensino é tornar o educando uma pessoa crítica e atenta aos fenômenos e técnicas do seu cotidiano. Assim sendo, pode-se dizer que os recursos tecnológicos digitais, configurando-se em OA são importantes instrumentos que enriquecem o modo dos estudantes pensarem e refletirem de forma crítica no âmbito dos conteúdos de Física, tendo a oportunidade de fazer a relação da teoria com a prática, como sujeitos autônomos de seu próprio aprendizado.

Sendo assim, uma forma de promover um ambiente pedagógico no qual o aluno possa se envolver de forma ativa na apreensão de novos conceitos e habilidades é a utilização de Metodologias Ativas de Aprendizagem. Além disso, o emprego de recursos digitais nos processos pedagógicos pode trazer novas possibilidades aos professores e aos aprendizes, facilitando a ocorrência da AS. Nas próximas seções, a utilização destes recursos é analisada.

2.1 Metodologias Ativas

Segundo a compreensão de Prince (2004), Metodologias Ativas de Aprendizagem (MAA) configuram-se num conjunto de ações e técnicas que levam os alunos a se engajarem em procedimentos nos quais se dá a aprendizagem significativa.

Ausubel ressalta que nos ambientes formais de estudo costuma-se priorizar a aprendizagem passiva, fazendo com que os alunos não tenham participação atuante na construção do conhecimento. Nesse sentido, ressalta que “os alunos adquirem grande parte dos seus conhecimentos primariamente por meio da aprendizagem receptiva” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 9).

Autores como Wilsek e Tosin (2010) consideram que a aula deixa de ser expositiva com a simples transmissão de conteúdos quando se passa a ensinar Ciências mediante a utilização de um método ativo. Isto significa dizer que se deve inovar e mudar o foco do ensino para a aprendizagem. Assim, as metodologias ativas objetivam uma aprendizagem em que prepondera apresentar ao aluno situações-problema ou enigmas que instigam o desenvolvimento das habilidades cognitivas primordiais, as áreas de conhecimento.

Para autores como Borges e Alencar (2014), as MAA estimulam o pensamento crítico. Mazur (2015) também reforça esse entendimento, afirmando que ao adotar um modelo de ensino amparado em metodologias ativas, o professor assume outra postura para ensinar e, conseqüentemente, o processo educativo ou educacional muda e o professor deixa de ser o único detentor do conhecimento, assumindo o papel de facilitador da aprendizagem. Ressalte-se que as metodologias ativas podem estabelecer correlações com diferentes teorias, no sentido

de favorecer a aquisição de conhecimentos. Para tanto, Behar (2009) salienta que buscam a utilização de experiências e simulações para reproduzir fenômenos, a fim de solucionar os desafios presentes nas atividades do cotidiano.

É possível observar a utilização de diferentes tipos de MAA sendo aplicadas a contextos educacionais diversos. No entanto, não se pode afirmar que determinada metodologia seja aplicável apenas a certas situações e ramos do conhecimento, apenas sendo melhor adaptáveis a práticas distintas. Entre as mais comumente aplicadas ao ensino de Física, é possível destacar: o Ensino sob Medida, a Instrução Pelos Pares e a Aprendizagem Baseada em Investigação.

O Ensino sob Medida consiste em promover uma aula personalizada, baseada nas particularidades de cada turma. O professor disponibiliza previamente o material a ser estudado, bem como questionários para avaliar a compreensão dos assuntos pelos alunos. Com base nessas informações, o docente pode direcionar a aula para remediar possíveis dificuldades trazidas pela turma, dedicando mais tempo para a realização de atividades (ARAUJO; MAZUR, 2013).

A Instrução Pelos Pares, ou *Peer Instruction*, procura estimular a interação entre os estudantes, promovendo discussões e exposições de ideias. Os alunos respondem a questões em sala de aula baseadas no material disponibilizado pelo professor antecipadamente à aula. O professor avalia o entendimento da turma com base na porcentagem de acertos das questões conceituais. Se o número for menor que 30%, o professor faz uma nova explicação do assunto, se for maior que 70% o professor segue para o próximo assunto. Se o número ficar entre 30% e 70%, os alunos são divididos em grupos e devem discutir entre si qual a melhor resposta (ARAUJO; MAZUR, 2013).

A metodologia escolhida para nortear este estudo é o *Investigative Science Learning Environment* (ISLE), que foi desenvolvido por um grupo de trabalho liderado por Eugenia Etkina, da Universidade Rutgers, nos Estados Unidos. Vick (2018) destaca o caráter investigativo da ISLE classificando-a como uma forma de Aprendizagem Baseada em Investigação (ABI). Dessa forma, a próxima seção traz um aprofundamento da ABI.

2.2 Aprendizagem Baseada em Investigação

Trata-se, neste tópico, da Aprendizagem Baseada em Investigação (ABI) ou *Inquiry-Based Learning*. Esta, por sua vez, caracteriza-se por ser uma metodologia de aprendizagem que tem como objetivo estimular a autonomia dos alunos, tornando-os sujeitos investigativos.

Neste caso, o professor sugere um questionamento inicial e os alunos, individualmente ou em grupo, passam a analisar as questões a respeito do problema apresentado (BRUNER, 1961).

Conforme Duarte (2012) os alunos, ao analisar as situações propostas no questionário, enfrentam dificuldades ao confrontar os fenômenos físicos com os modelos matemáticos que os representam. Todavia, ao serem postos a fazerem experimentos simples, os estudantes sentem certa facilidade ao demonstrarem um reconhecimento imediato dos resultados.

Para Ramos, Giannella e Struchiner (2010), a participação do professor é de fundamental importância em todas as fases do processo investigativo, devendo interagir com perguntas, orientando acerca dos recursos utilizados e ajudando os alunos no processo investigativo, mostrando o que deve ser considerado.

A ABI é muito utilizada juntamente com as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), no ensino de Ciências. Conforme os autores citados acima, o uso de recursos digitais atrelados a ABI poderá promover a superação dos obstáculos associados à área do ensino que estão relacionados à Ciência, engajando os alunos no processo de aprendizagem e contextualizando os conteúdos estudados (RAMOS; GIANNELLA; STRUCHINER, 2010).

Szott (2014) elaborou um estudo sobre a utilização da ABI em um laboratório didático de Física. O autor constatou que os alunos se tornaram mais conscientes das etapas do processo experimental, demonstrando maior capacidade em utilizar os conceitos estudados de forma crítica na análise dos fenômenos abordados.

Além disso, Etkina *et al.* (2010) determinaram que os estudantes que são consistentemente desafiados a desenvolver suas próprias práticas laboratoriais se saem melhor do que os alunos que utilizam roteiros pré-determinados ao analisar experimentos no laboratório de Física.

Dessa forma, no intuito de apresentar aos alunos um ambiente investigativo, em que experimentos possam ser abordados mesmo fora do laboratório formal de Física, ao mesmo tempo em que se permite a realização de uma maior gama de experimentos, propõe-se a utilização da metodologia ISLE.

2.2.1 A Metodologia ISLE - Investigative Science Learning Environment

A metodologia Ambiente de Aprendizagem Investigativa de Ciências (ou ISLE, em inglês) é utilizada para auxiliar os alunos na criação de modelos mentais sobre fenômenos observados em sala de aula. A ideia por trás dessa metodologia é a de estimular os alunos a

reflexões e comportamentos comuns àqueles trazidos por cientistas durante o processo de elaboração de novas teorias (ETKINA *et al.*, 2010).

Ainda segundo Etkina *et al.* (2010), apesar de conceitualmente similares, a ISLE apresenta algumas diferenças com relação à ABI. Na ABI, os estudantes recebem orientações iniciais, elaboram teorias e questionamentos sobre o fenômeno observado, para só então realizarem experimentos e coletarem dados.

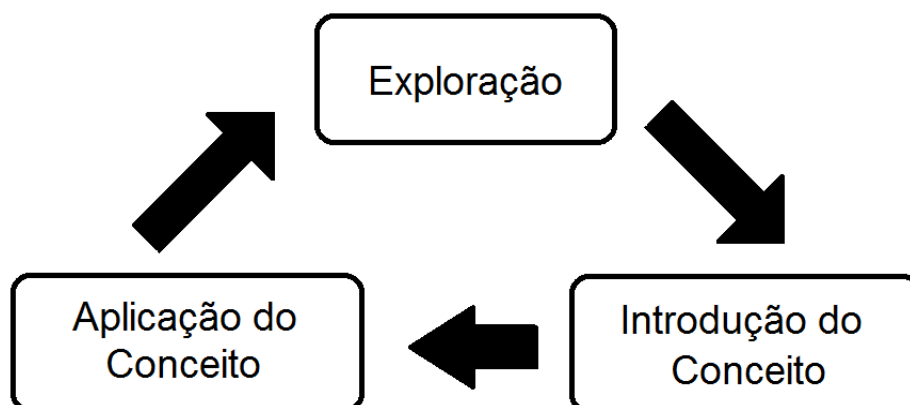
Por outro lado, na ISLE, inicialmente, os alunos não tecem hipóteses ou explicações para os experimentos observados, apenas coletam dados e procuram por padrões nas informações reunidas. Os experimentos escolhidos para a aplicação dessa metodologia devem ser de fácil explicação ou exibir dados que apresentem padrões bem definidos. De maneira geral, a ISLE tende a apresentar atividades mais livres, onde os estudantes possuem maior autonomia para decidir quais serão os experimentos realizados com o intuito de analisar e coletar dados sobre os fenômenos observados (ETKINA *et al.*, 2010).

O ISLE propõe levar o estudante a aprender os conceitos de física seguindo os mesmos passos que os cientistas utilizam no processo de construção e no modo de aplicação do conhecimento. Nesse processo, o método envolve: “observar, encontrar padrões, construir e testar explicações para os padrões e utilizar múltiplas representações para pensar sobre o fenômeno físico” (PARREIRA, 2017, p. 2).

O ISLE envolve os alunos na construção do conhecimento colaborativo para aculturá-los na prática da científica. O objetivo do ambiente não é apenas ajudar os alunos a aprender os conceitos e as leis da física, mas o mais importante para ajudá-los a aprender como esse conhecimento é construído (ETKINA *et al.*, 2010). O ciclo ISLE é uma mistura do ciclo de aprendizado de Karplus (1977) e dos ciclos científicos de Lawson (2002).

O ciclo de aprendizagem de Karplus (1977) consiste em três fases instrucionais que combinam experiências em transmissão social e encorajam a autonomia. Essas três fases são: exploração, introdução do conceito e aplicação do conceito. Observe-se o ciclo de aprendizagem de Karplus (1977), na Figura 1:

Figura 1 - Ciclo de Aprendizagem de Karplus



Fonte: elaborado pelo autor.

Na primeira fase, de exploração, os estudantes são apresentados a uma nova situação e aprendem a partir de suas próprias ações e reações a respeito da mesma. Nessa fase, eles exploram novos materiais e novas ideias com o mínimo de orientação e não é esperado que eles atinjam um objetivo pré-determinado. Na segunda fase, introdução do conceito, ocorre a transmissão social, momento em que os estudantes recebem a definição de um novo conceito que os ajuda a lidar com as experiências iniciais. Durante a terceira fase do ciclo de aprendizagem, aplicação do conceito, ocorre a familiarização dos estudantes com a nova ideia ao aplicarem-na a situações adicionais.

Posteriormente, Lawson (2002) trouxe alterações ao ciclo, definindo ações esperadas tanto de professores como de alunos. Para Lawson, essas ações podem ser resumidas em engajar, explorar, explicar, elaborar e avaliar. Os participantes, educadores e aprendizes, realizam essas atividades em contextos próprios aos seus papéis. Nesse caso, os professores são guias do processo de aprendizagem, criando situações que permitam aos estudantes criarem seus novos conhecimentos.

Para Planinšič e Etkina (2015), a ISLE é uma estrutura educacional que pode guiar a maneira como os estudantes aprendem. Essa metodologia aumenta a participação dos alunos utilizando processos similares às práticas científicas, ajudando-os a aprender Física. Além disso, a utilização de uma metodologia ISLE em aulas de Física promoveu um aumento no entendimento dos alunos sobre os conceitos presentes no Movimento Harmônico (RAJIBUSSALIM; RAHMAYANI; IRWANDI, 2018).

Sendo uma metodologia que pode se beneficiar da utilização de ferramentas digitais aplicadas à educação, é importante abordar este assunto, o que será feito na próxima seção.

2.3 Ferramentas Digitais na Educação

Segundo Papert (2008), é possível inserir o uso de computadores nos ambientes de ensino sob duas abordagens diferentes: a instrucionista e a construtivista. Na primeira, apesar da introdução de novas tecnologias, as práticas pedagógicas permanecem seguindo modelos tradicionais. Na segunda, os computadores são introduzidos juntamente com dinâmicas que permitem a exploração das possibilidades que essa novidade proporciona.

Ainda, Barab e Luehmann (2003) sugerem que os alunos utilizem ferramentas digitais de visualização e manipulação para apresentar os conceitos de difícil compreensão e abstração, de forma mais tangível e compreensível aos alunos. Da mesma forma, Aliprandini (2009) afirma que introduzir os computadores para o uso de simulações ou modelagem de fenômenos se apresenta como forma de construir um novo ensino de Física.

Para Sales *et al.* (2008), a criação de situações-problema, a análise de fenômenos simulados e uma maior interatividade com os conceitos estudados pode ser alcançada com a utilização de Objetos de Aprendizagem. Dessa forma, este assunto é aprofundado na próxima seção.

2.3.1 Objetos de Aprendizagem (OA)

Neste trabalho, considera-se o que Freitas (2009) afirma sobre recurso educacional, como sendo todo e qualquer equipamento ou tecnologias educacionais utilizadas em um processo de ensino, tendo como finalidade incentivar e aproximar o aluno do conteúdo. Nesse sentido, é possível fazer inferências de como se deve qualificar o OA, classificando-o como um recurso educacional. De acordo com Wiley (2000, p. 7), o OA é “qualquer recurso digital que pode ser reutilizável para dar suporte à aprendizagem”. Segundo o autor, as particularidades de um objeto de aprendizagem estão em caracterizá-lo como “reutilizável”, “digital”, “recurso” e “aprendizagem,” de acordo com a definição que o originou.

Os objetos de aprendizagem (OA) podem ser vistos como componentes ou unidades, catalogados e disponibilizados em repositórios na internet. Assim, podem ser utilizados em diversos contextos de aprendizagem, de acordo com o projeto instrucional. “Quando bem utilizados, os OA podem ser grandes aliados do processo educativo” (BRAGA, 2015, p. 12). No entanto, vale ressaltar que para promover uma boa utilização de ferramentas digitais em sala de aula, é necessário um planejamento prévio, que permita ao educador integrar as

competências dos recursos empregados ao conhecimento que se pretende transmitir (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2006).

Pode-se ainda apresentar Polsani (2003), que define de modo conceitual Objetos de Aprendizagem como recursos que devem estabelecer claramente os princípios de sua criação, ou seja, a aprendizagem e a capacidade de reutilização que, conforme o autor, são dois predicados fundamentais dos OA. Porém, ele expressa, ainda, sua concepção a respeito dos objetos de aprendizagem como sendo “uma unidade independente e autônoma de conteúdos de aprendizagem que está predisposto à reutilização em vários contextos de ensino” (POLSANI, 2003, p. 2).

No quadro 1 são expressados os tipos, descrição e exemplos da classificação dos objetos de aprendizagem mediante os objetivos e funcionalidades apontados em Churchill (2007).

Quadro 1 - Tipos de Objetos de Aprendizagem

Tipo de OA	Descrição	Exemplos
Apresentação	Instrução direta, com a utilização de recursos para a transmissão de um conteúdo específico.	Uma sequência expondo as grandezas utilizadas em determinado campo da Física.
Prática	Exercício e prática, jogo educacional ou representação com a intenção de permitir a prática e a aprendizagem de procedimentos específicos.	Um OA que permita medir a Energia Mecânica de um corpo em um dado momento.
Simulação	Representação de processo e/ou sistema da vida cotidiana.	Um programa que simule o comportamento de um pêndulo oscilando sob a ação da gravidade terrestre.
Conceitual	Representação de conceitos chave relacionados ao conteúdo de uma disciplina.	OA que demonstre a relação entre distância percorrida e tempo para conceitualizar a velocidade.
Informação	Expõe a informação estruturada e organizada.	Uma biblioteca no formato "Wiki ² " que apresente, de forma interativa, os conceitos de Física Moderna.
Representação contextual	Apresentação de dados relacionados à forma que emerge de um cenário autêntico.	Simulação que representa uma gangorra com diferentes pesos, permitindo múltiplas maneiras de se chegar ao equilíbrio.

Fonte: Adaptado de Churchill (2007).

² Um **wiki** é um website no qual utilizadores modificam colaborativamente conteúdo e estrutura diretamente do web browser.

Além da classificação de Churchill (2007), é possível destacar a classificação de Prata (2004), que assinala a categorização dos objetos de aprendizagem do seguinte modo: receptivo, caracterizados como vídeos e áudios; diretivo, os exercícios práticos; de descoberta guiada, os de animação; e de jogos, ou exploratório, classificados como simulações.

Segundo Ávila e Tarouco (2014), é estabelecido que a mente humana opera com diferentes tipos de memória: a Memória de Trabalho e a Memória de Longo Termo. A memória de trabalho é utilizada para realizar operações, simples ou complexas, enquanto que as experiências advindas destas operações são armazenadas na memória de longo prazo. Especula-se que um indivíduo possa realizar entre 5 e 9 operações simultâneas. Ao completar uma tarefa complexa, que exija certo número de operações, o indivíduo pode passar a considerar a soma destas operações como uma só, aumentando, assim, a capacidade de operacionalização da memória de trabalho.

A Carga Cognitiva Intrínseca está presente na dificuldade do assunto abordado pelo OA. O professor deve garantir que o aluno possua os conhecimentos necessários para a utilização do OA para a construção de novos modelos mentais. Além disto, ao levarmos em conta a Carga Cognitiva Extrínseca a um OA, deve-se elaborá-lo de modo que o mesmo apresente um número reduzido de informações a serem dadas simultaneamente ao usuário, evitando ocupar a memória de trabalho do aluno com elementos supérfluos (ÁVILA; TAROUCO, 2014).

Já a Carga Cognitiva Pertinente trata-se de elementos que contribuem para a compreensão do conteúdo que desafiam as habilidades cognitivas do estudante, exigindo-lhe concentração e engajamento no processo de aprendizagem.

Este trabalho utiliza a visão de Lima, Afonso e Maciel (2013), tendo os aspectos pedagógicos como sendo um grupo de dados que podem estar inseridos nos OA para auxiliar a aprendizagem e a instrução, apoiando a produção de conhecimento no processo educativo dos alunos e professores.

Para analisar as ações que os alunos podem demonstrar ao se relacionarem com os conteúdos e ferramentas utilizadas, é interessante utilizar uma teoria que possa categorizar tais atitudes em um nível hierárquico. Dessa forma, na próxima seção, é discutida a Taxonomia de Bloom.

2.4 A Taxonomia de Bloom

Durante o final dos anos 1940 até a segunda metade dos anos 1950, a Associação Norte Americana de Psicologia, guiada pela necessidade de estabelecer parâmetros para definir e organizar os processos educacionais, formou uma equipe de profissionais que pudessem criar uma taxonomia desses processos (LOMENA, 2006). Benjamim S. Bloom foi escolhido para liderar tal equipe, estabelecendo que os domínios de desenvolvimento cognitivo, afetivo e psicomotor seriam os guias para definir como ocorrem os processos de ensino e aprendizado (BLOMM *et al.*, 1956).

É possível definir características e objetivos inerentes a cada um desses domínios (LOMENA, 2006; GUSKEY, 2001; BLOOM *et al.*, 1956; BLOOM, 1972; CLARK, 2006). Um resumo desses atributos pode ser encontrado a seguir (Quadro 2):

Quadro 2 - Características dos Domínios de Desenvolvimento

	Ações Observadas	Categorias
Cognitivo	Habilidade de lembrar e compreender fatos específicos; analisar procedimentos padrões e conceitos que estimulam o desenvolvimento intelectual.	Conhecimento; Compreensão; Aplicação; Análise; Síntese; e Avaliação.
Afetivo	Categorias de ordem emocional e afetiva, comportamento, atitude, responsabilidade, respeito e valores.	Receptividade; Resposta; Valorização; Organização; e Caracterização.
Psicomotor	Habilidades físicas como: imitação, manipulação, articulação, aperfeiçoamento e comunicação não verbal.	Imitação; Manipulação; Articulação; e Naturalização.

Fonte: Adaptado de Ferraz e Belhot (2010).

Segundo Bloom, Hastin e Madaus (1971), levando em consideração um ambiente educacional em que todos os alunos estejam submetidos às mesmas condições de ensino, todos os estudantes aprendem. No entanto, a profundidade desse aprendizado e das abstrações feitas pelos alunos pode variar de maneira bastante acentuada. Segundo os autores, essa diferença

pode estar associada às estratégias de ensino utilizadas em sala de aula. Dessa forma, é necessário que os processos de aprendizagem sejam organizados de maneira a estimular o desenvolvimento cognitivo do aprendiz.

Em 1995, um grupo de pesquisadores da Universidade de Syracuse, em Nova Iorque, buscou rever e atualizar a Taxonomia de Bloom. Tal processo se mostrou necessário, uma vez que os processos educacionais evoluíram, com novas tecnologias e avanços pedagógicos, tendo sido incorporados à prática educacional (SILVA; MARTINS, 2014). Dessa forma, na próxima seção, a Taxonomia Revisada de Bloom é abordada em maior profundidade.

2.4.1 Taxonomia Revisada de Bloom

Em 2001, um grupo convidado pela Associação de Psicologia Americana fez a divulgação do trabalho realizado de revisão e atualização da Taxonomia de Bloom, apresentada em 1956. Esse grupo, mostrou, segundo Bloom *et al.* (1956), que o interessante era proporcionar uma ferramenta prática e útil que fosse coerente com as características dos processos mentais superiores. Isto significa dizer que o que era importante era considerar os seguintes aspectos: o nível de conhecimento e a abstração complexa, do modo como eram consideradas e conhecidas.

Lori Anderson publicou, em 1999, mais de quarenta anos depois, um trabalho sobre a retrospectiva da utilização da taxonomia e, no mesmo ano, um grupo de especialistas se encontrou em Syracuse, em Nova Iorque, para discutir a possibilidade de rever os pressupostos teóricos da Taxonomia de Bloom, pois novos conceitos, recursos e teorias tinham sido incorporados ao campo educacional, relacionados aos avanços psicopedagógicos e tecnológicos que ocorreram, com destaque em diversas experiências de sucesso no uso efetivo da taxonomia, também foram publicadas.

Psicólogos, educadores, especialistas em currículos, testes e avaliações, entre outros estudiosos do assunto foram supervisionados por David Krathwohl, que participou do desenvolvimento da Taxonomia original, no ano de 1956. No ano de 2001, foi publicado o relatório da revisão em um livro intitulado *A taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision of Bloom's taxonomy for educational objectives* (ANDERSON *et al.*, 2001).

Na nova estrutura proposta na Taxonomia de Bloom, intitulada: “revisada”, as dimensões conteúdos e processos cognitivos foram claramente diferenciados, o que originou o novo modelo de utilização, resultando como estrutura uma tabela bidimensional denominada de Tabela Bidimensional da Taxonomia de Bloom (ANDERSON *et al.*, 2001). Esta tabela teve

como finalidade melhorar a estruturação dos objetivos educacionais. Nesta direção, também serviu para auxiliar os educadores na melhoria do planejamento e a escolha adequada de estratégias e tecnologias educacionais.

No Quadro 3, explicitam-se os requisitos relacionados à aquisição do conhecimento, desenvolvimento de habilidade e competência.

Quadro 3 - Etapas e Objetivos da Taxonomia de Bloom

Objetivos	Descrição	Verbos de Ação
1. Lembrar	Reconhecimento e reprodução de ideias e conteúdo: distingue e seleciona determinada informação e reproduz ou recorda a busca por uma informação relevante memorizada.	Reconhecendo e Reproduzindo.
2. Entender	Relaciona e estabelece conexão entre o novo e o conhecimento prévio adquirido, onde a informação é entendida quando o aprendiz consegue reproduzi-la com suas “próprias palavras”.	Interpretando, Exemplificando, Classificando, Resumindo, Inferindo, Comparando e Explicando.
3. Aplicar	Relaciona e executa ou usa um procedimento numa dada situação e também pode abordar a aplicação de um conhecimento numa situação nova.	Executando e Implementando.
4. Analisar	Relaciona e pode dividir a informação em partes relevantes e irrelevantes, importantes e menos importantes e entender a inter-relação existente entre as partes.	Diferenciando, Organizando, Atribuindo e Concluindo.
5. Avaliar	Relaciona e pode realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia.	Checando e Criticando.
6. Criar	Pode colocar elementos junto ao objetivo de criar uma nova visão, solução, estrutura ou modelo, utilizando conhecimentos e habilidades previamente adquiridos. Envolve a elaboração de novas ideias, originais, produtos e métodos por meio da percepção da interdisciplinaridade e da interdependência de conceitos.	Generalizando, Planejando e Produzindo.

Fonte: Adaptado de Ferraz e Belhot (2010).

A Taxonomia de Bloom Revisada (TBR) apresenta uma organização hierárquica do conhecimento, em que para o aluno alcançar determinado nível deve primeiro passar pelos anteriores, podendo haver o recrutamento simultâneo de diferentes habilidades em certos casos. Há a diferenciação das ferramentas utilizadas no processo de ensino daquelas utilizadas no campo cognitivo dos receptores do conhecimento, possibilitando-se a concepção de um

diagrama bidimensional. O uso da Tabela 1 permite a verificação da extensão e do aprofundamento dos objetivos avaliados e quais objetivos podem ser aperfeiçoados.

Tabela 1- Tabela Bidimensional da Taxonomia de Bloom Revisada

Dimensão do conhecimento	Dimensões dos processos cognitivos					
	1. Lembrar	2. Entender	3. Aplicar	4. Analisar	5. Avaliar	6. Criar
Conhecimento efetivo/factual						
Conhecimento conceitual/princípios						
Conhecimento procedural						
Conhecimento metacognitivo						

Fonte: Ferraz e Belhot (2010).

Na tabela bidimensional, o conhecimento pertence à coluna vertical e os processos cognitivos à coluna horizontal. Nas células, formadas pela intersecção das dimensões, são inseridos os objetivos. Um mesmo objetivo pode ser inserido em mais de uma célula e não é necessário o preenchimento de todas as células consecutivas. O uso dessa tabela busca determinar melhor os objetivos educacionais, ao mesmo tempo em que auxilia os docentes na melhor preparação do planejamento e na escolha apropriada de táticas e metodologias educacionais (FERRAZ; BELHOT, 2010).

Uma vez que a TRB é capaz de pautar os processos envolvidos no ensino, além de fornecer meios de mensurar o sucesso da aprendizagem, é possível esperar que a aplicação da Taxonomia de Bloom Revisada a uma sequência didática possa proporcionar uma Aprendizagem Significativa de conceitos de Movimento Harmônico Simples.

No próximo capítulo, é apresentado um resumo do Movimento Harmônico Simples e seus conceitos abordados nas aulas de Física do Ensino Médio.

3 MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES NO ENSINO MÉDIO

O Movimento Harmônico Simples é um conceito importante para o entendimento da mecânica (ROCHE, 2006). No entanto, devido à complexidade de seus conceitos, os estudantes do Ensino Médio apresentam dificuldades em determinar suas causas, compreender suas equações e prever o comportamento de pêndulos e sistemas massa-mola (MADU, 2012).

Dessa forma, é importante desenvolver maneiras de tornar a compreensão dos conceitos de MHS mais acessível aos alunos. Na próxima seção, são apresentados os conceitos envolvidos no MHS, como vistos no Ensino Médio.

3.1 Movimentos Oscilatórios

Em nosso dia a dia, deparamo-nos com vários tipos de movimentos. Aprendemos sobre alguns deles, por exemplo: movimentos retilíneos e movimento de um projétil. Ambos os movimentos são não repetitivos. Também estudamos sobre movimento circular uniforme e movimento elíptico de translação dos planetas em torno Sol. Nesses casos, os movimentos são ditos periódicos porque se repetem em um certo intervalo de tempo, ou seja, são recorrentes.

O estudo dos movimentos oscilatórios é de fundamental importância para a física. Seus conceitos são necessários para a compreensão de muitos fenômenos físicos. Em instrumentos musicais como a cítara, o violão ou o violino, encontram-se cordas vibrantes, que produzem sons harmônicos. As membranas nos tambores e diafragmas nos sistemas de telefone e alto-falante vibram de um lado para o outro sobre suas posições médias. Para isso, faz-se necessário conceituarmos o que vem a ser frequência (f) e período (T). Frequência é o número de vezes que ocorre o fenômeno na unidade de tempo, ao passo que período é o menor intervalo de tempo para um fenômeno se repetir (n) (BÔAS *et al.*, 1998).

$$T = \frac{\Delta t}{n} \quad (1)$$

$$f = \frac{n}{\Delta t} \quad (2)$$

Comparando as equações (1) e (2), teremos:

$$f = \frac{1}{T} \quad (3)$$

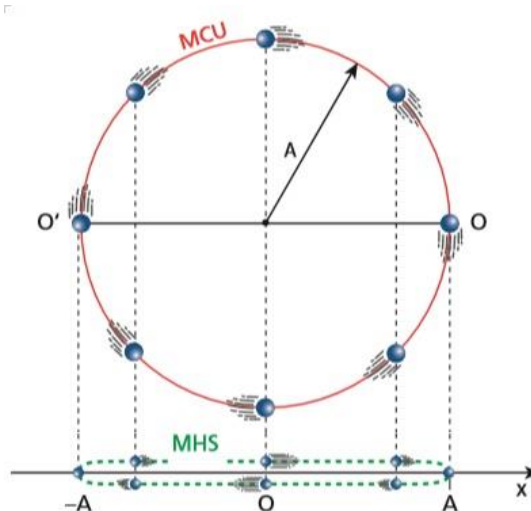
3.2 Movimento Harmônico Simples (MHS)

Alguns movimentos oscilatórios periódicos determinados por suas funções horárias são ditos harmônicos porque dependem das funções seno ou cosseno e simples que existem os movimentos: harmônico forçado e amortecido. O cálculo diferencial pode ser utilizado na abordagem deste movimento (HALLIDAY *et al.*, 2009). Como o nosso trabalho é voltado para os alunos de ensino médio, deduziremos as equações desse movimento a partir do Movimento Circular Uniforme (MCU).

3.2.1 Função horária da elongação

Considere o MCU e a projeção deste movimento ao longo do eixo x , conforme mostra a Figura 2.

Figura 2 - Representação Gráfica do MCU



Fonte: Adaptado de Newton *et al.* (2012).

A função horária angular para este movimento será:

$$\varphi = \varphi_0 + \omega t \quad (4)$$

Onde ω é a velocidade angular do MCU e φ_0 a fase inicial.

Calculando a projeção x no triângulo sombreado, obtém-se:

$$x = A \cos \varphi \quad (5)$$

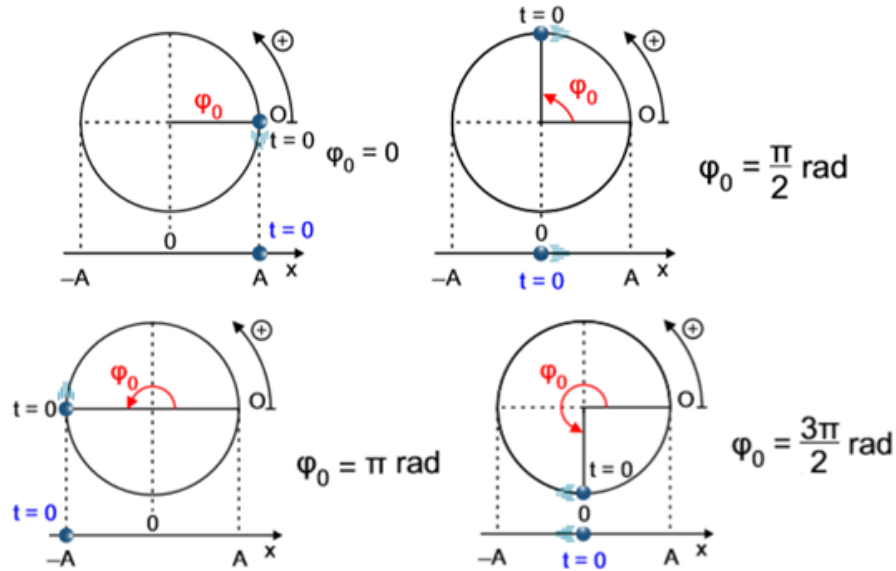
Inserindo o valor de φ da equação (3) na equação (4), chega-se a:

$$x = A \cos (\omega t + \varphi_0) \quad (6)$$

Onde A é a amplitude e ω , a pulsação.

Na Figura 3, é possível ter uma ideia dos possíveis valores da fase inicial φ_0 .

Figura 3 - Valores de Fase no MHS



Fonte: Adaptado de NEWTON *et al.* (2012).

O MCU da partícula, por convenção, se dá no sentido anti-horário, e o deslocamento angular é medido a partir do sentido positivo do eixo-x. A fase inicial é o ângulo subtendido pela amplitude no instante de tempo zero, e pode ser um valor entre 0 e 2π ($0 \leq \varphi_0 \leq 2\pi \text{ rad}$). A partir destas premissas, deve-se estabelecer a correspondência do MHS com o MCU.

3.2.2 Função horária da velocidade escalar instantânea

Para determinar a velocidade instantânea no MHS, deve-se usar também a projeção da velocidade no MCU no eixo em que se dá o MHS (Figura 4).

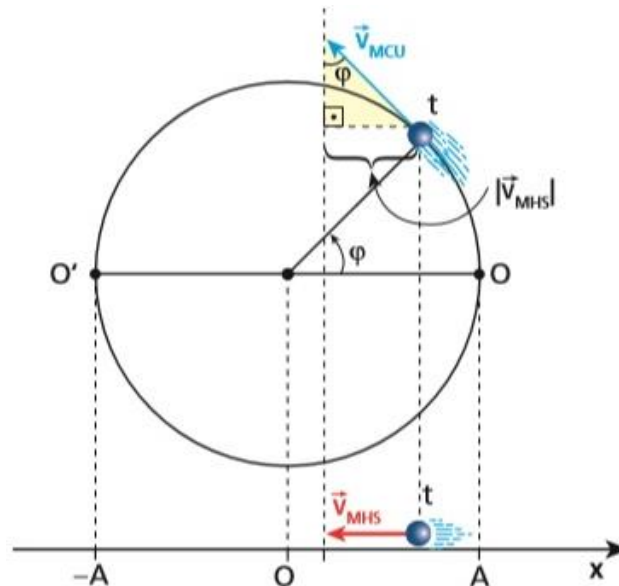
Para tanto:

$$v_{MHS} = v_{MCU} \sin \varphi \quad (7)$$

$$v_{MHS} = -\omega A \sin(\omega t + \varphi_0) \quad (8)$$

Segue a demonstração na Figura 4.

Figura 4 - Função da Velocidade Instantânea



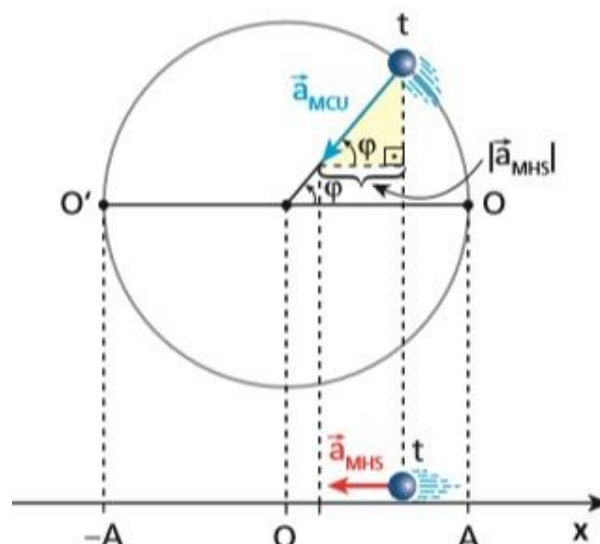
Fonte: Adaptado de NEWTON *et al.* (2012).

O fato de a velocidade escalar instantânea ser negativa é explicado pelo fato de o movimento ser retrógrado.

3.2.3 Função horária da aceleração escalar instantânea

O procedimento utilizado no cálculo da velocidade escalar instantânea é o mesmo, ou seja, a projeção da aceleração no MCU, a qual é centrípeta, sobre o eixo onde ocorre o MHS. Como mostrado na Figura 5.

Figura 5 - Função da Aceleração Instantânea



Fonte: Adaptado de NEWTON *et al.* (2012).

$$a_{MHS} = a_{MCU} \cos \cos \varphi \quad (9)$$

$$a_{MHS} = -\omega^2 A \cos \cos (\omega t + \varphi_0) \quad (10)$$

O significado físico da aceleração ser negativa, é devido o movimento ser acelerado. O movimento acelerado se caracteriza por velocidade e aceleração possuírem o mesmo sinal.

3.2.4 Função horária da elongação no MHS

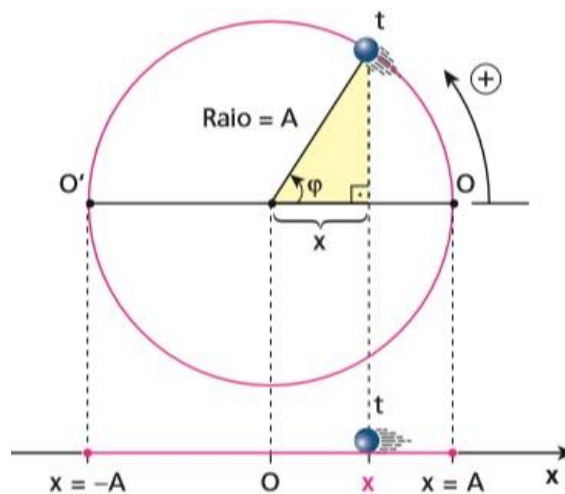
Considerando um móvel que descreve um MCU de período T , em uma circunferência de centro O e raio A . No instante inicial, t_0 , o móvel ocupa uma determinada posição e sua posição angular inicial é φ_0 . Em um instante posterior, t , o móvel passa a ocupar uma nova posição, associada à posição angular φ .

Com base no estudo do MCU pode-se dizer que:

$$\varphi = \varphi_0 + \omega \cdot t \quad (11)$$

Enquanto o móvel percorre a circunferência, sua projeção ortogonal X , sobre o diâmetro orientado da circunferência, descreve um MHS de período T e amplitude A , como mostrado na Figura 6, a seguir.

Figura 6 - Função da Elongação do MHS



Fonte: Adaptado de Newton *et al.* (2012).

Do triângulo destacado na Figura 6, é possível inferir que:

$$\cos\varphi = \frac{x}{A} \quad \Rightarrow \quad x = A.\cos\varphi \quad (12)$$

E dessa forma, a equação da elongação do MHS é expressa pela equação:

$$x(t) = A.\cos(\varphi + \omega.t) \quad (13)$$

Estas são as equações presentes no MHS com maior prevalência durante o Ensino Médio. Sendo assim, é necessário desenvolver e empregar maneiras de transmitir os conceitos atrelados a estas equações de maneira significativa. A utilização de metodologias ativas, bem como o uso de ferramentas digitais, pode contribuir para um melhor aprendizado dos conceitos de MHS (IRADAT; ALATAS, 2017).

No próximo capítulo são apresentadas a metodologia e as ferramentas utilizadas durante a pesquisa.

4 METODOLOGIA

A pesquisa é de natureza quali-quantitativa, configurando-se num estudo de caso. Para Yin (2010), um estudo de caso é caracterizado pela observação empírica de um fenômeno, observado em seu contexto e de maneira aprofundada.

Os sujeitos investigados faziam parte de uma turma de 19 alunos do Ensino Médio, do sexto período do Curso Técnico de Telecomunicações, sendo 01 aluno com 16 anos de idade, 9 alunos na faixa-etária de 17 anos e 09 alunos com 18 anos de idade. Os estudantes estavam devidamente matriculados na disciplina de Física, ministrada pelo professor pesquisador.

Todos os participantes foram apresentados às propostas da pesquisa. A pesquisa, por lidar com seres humanos, foi submetida ao Comitê de Ética (CEP) e aprovada. A investigação iniciou-se em 05 de março de 2020 e foi submetida ao CEP, em 11 de março de 2020, antes da pandemia da COVID-19. Portanto, já estava em andamento, e as aulas ainda estavam acontecendo presencialmente. Porém, sempre que o CEP solicitava incluir alguma informação nos documentos TALE, TCLE e TCLA, era necessário a atualização de novas datas no cronograma, para nova submissão.

Na próxima seção, são detalhadas as fases do estudo realizado.

4.1 Etapas da Pesquisa

A intervenção ocorreu sob uma sequência didática que se vale de elementos presentes na Aprendizagem Baseada em Investigação (ABI), permitindo que os alunos interajam com os fenômenos estudados e desenvolvam suas próprias teorias. Além disso, foi utilizada a metodologia ISLE, a partir da qual os alunos puderam explorar o Objeto de Aprendizagem (OA), desempenhando ações de medição das variáveis e predição dos comportamentos de um movimento periódico.

A pesquisa investigativa foi realizada em quatro encontros. Antes do início das atividades, no primeiro encontro, os alunos responderam a um pré-teste para avaliar seus conhecimentos prévios, com ênfase nos conceitos envolvidos no estudo do Movimento Harmônico Simples (MHS). Nesse momento, foram-lhes detalhadas as etapas de realização das atividades.

O estudo de caso se deu ao longo de 4 encontros, de 2 horas/aula, de 50 minutos, cada. No primeiro encontro, realizado no dia no dia 05 de março de 2020, foi aplicado, em sala de

aula, um questionário com perguntas abertas sobre o conhecimento conceitual relacionado ao assunto MHS, para avaliar o nível de conhecimento prévio que eles traziam sobre o assunto.

No segundo encontro, no dia 10 de março de 2020, os alunos responderam um pré-teste, em sala de aula, a fim de verificar se sabem fazer gráficos do MHS, a partir dos dados fornecidos pelo professor (pesquisador). Em seguida, foram para o Laboratório de Informática Aplicada à Educação (LIAED) para utilizar o OA que foi implementado no software livre GeoGebra. Os alunos fizeram simulações dos gráficos que foram desenhados sobre o MHS.

No terceiro encontro, no dia 12 de março de 2020, aplicou-se o pós-teste, em sala de aula, para ver os resultados após o uso do OA. No quarto e último encontro, no dia 16 de março de 2020, foi aplicado, em sala de aula, um questionário de satisfação, com perguntas abertas, tendo como finalidade obter resultados que permitam inferir: se o uso do OA facilitou ou não a compreensão do conteúdo; e em que aspecto a ferramenta computacional influenciou na aprendizagem dos gráficos do MHS. Esse conteúdo já fora estudado em sala de aula, de forma expositiva. Cada instrumento levou cerca de 1 hora e 30 minutos, no máximo, para responder. E o uso do OA, levou cerca de 1 hora e 45 minutos.

As questões do pré-teste podem ser vistas no Quadro 4, abaixo.

Quadro 4 - Questões do Pré-Teste

Q. 01	O que é movimento harmônico simples?
Q. 02	O que é a amplitude do movimento harmônico simples?
Q. 03	Explique o período de duração de uma oscilação.
Q. 04	Qual é a frequência de um movimento harmônico simples?
Q. 05	O que acontece com a frequência e período quando a velocidade de um objeto no MHS aumenta.
Q. 06	Do que depende o período de um pêndulo simples?
Q. 07	Descreva as mudanças na energia cinética de um corpo pendular em relação à sua posição.
Q. 08	Explique o balanceamento de velocidade e aceleração na posição de equilíbrio de um objeto que executa o MHS.
Q. 09	Quais são os efeitos do vento em um pêndulo oscilando?
Q. 10	Quais são os efeitos de um grande deslocamento em um pêndulo oscilando?

Fonte: Adaptado de Madu (2012).

No segundo encontro, foi aplicado um pré-teste abordando as habilidades dos alunos quanto à construção de gráficos do MHS, através do conhecimento dos mesmos sobre as variáveis necessárias para o desenho do gráfico da elongação. Ainda nessa ocasião, os alunos

foram levados ao Laboratório de Informática Aplicada à Educação (LIAED), mostrado na figura 7, onde puderam explorar o *software* GeoGebra, elaborando simulações e gráficos em preparação para as atividades seguintes.

Figura 7 - Laboratório de Informática Aplicada à Educação no IFCE



Fonte: Autor (2020).

Na terceira aula, foi realizado um pós-teste, uma atividade na qual se buscou analisar as habilidades dos alunos quanto à elaboração de gráficos do MHS. Intentou-se investigar se houve aumento na compreensão dos alunos em relação aos conceitos necessários para a correta representação gráfica das equações.

Ao final do ciclo de atividades, foi aplicado um questionário de satisfação sobre a opinião dos alunos quanto às práticas pedagógicas utilizadas durante os encontros.

4.2 Sequência Didática

A sequência didática foi elaborada com base na metodologia ISLE, sigla em inglês que significa Ambiente de Aprendizagem Científica por Investigação. Essa metodologia busca promover uma maior autonomia por parte dos alunos no processo de construção do conhecimento, sendo amplamente beneficiada pelo uso de ferramentas digitais. Além disso, foram utilizados elementos da Aprendizagem Baseada em Investigação.

De acordo com a metodologia ISLE é necessário criar um ambiente em que os alunos possam observar os fenômenos em busca de padrões e desenvolver explicações para esses padrões. Os alunos, então, utilizam essas explicações para prever os resultados de experimentos

e comparar a consistência dos resultados com as previsões feitas. Por fim, o professor revisita a matéria abordada, encorajando os alunos a representar os processos físicos de diferentes maneiras (ETKINA; PLANINSIC; VAN HEUVELEN, 2013).

Como forma de substituir experimentos complexos e aumentar a interatividade dos alunos, os elementos e variáveis dos fenômenos estudados, foi utilizado um Objeto de Aprendizagem (OA) criado com o aplicativo GeoGebra. A utilização do aplicativo permitiu que os alunos fizessem pequenas alterações nas condições do experimento, simulando novas variáveis. Assim, viabilizou-se uma melhor observação dos efeitos e dos efeitos de tais mudanças nos resultados observados.

As aulas seguiram um modelo em que os alunos são apresentados a um experimento relacionado ao Movimento Harmônico Simples (MHS). Os mesmos deveriam analisar o comportamento das variáveis envolvidas (aceleração, velocidade, amplitude, energia) em diferentes situações. Ao elaborar suas teorias, baseadas na observação, aos alunos eram solicitados a formularem previsões a respeito do comportamento de outros fenômenos ligados ao MHS. Essas previsões poderiam ser confirmadas ou negadas. Isso os levariam a conflitos empíricos que poderiam levar os estudantes a uma evolução conceitual.

Além disso, foram utilizados pré-testes e pós-testes, com o intuito de medir o grau de familiaridade dos alunos com o assunto abordado e ver possíveis melhorias nesse entendimento trazidas pelas práticas pedagógicas utilizadas. O questionário de pré-teste pode ser visto no Apêndice A, enquanto o questionário de pós-teste está presente no Apêndice B.

4.3 O Software GeoGebra

O GeoGebra é um software gratuito, criado para auxiliar a aprendizagem de Matemática em diferentes níveis de ensino e cuja principal funcionalidade consiste em possibilitar a integração entre conceitos matemáticos e suas representações geométricas. O recurso possui capacidade de interação intuitiva, permitindo que professores e alunos possam criar aplicações com o mesmo. Além disso, integra recursos gráficos, tabelas, estatísticas e cálculos simbólicos.

Por permitir a visualização dos conceitos matemáticos presentes nas equações que representam fenômenos físicos, sua aplicação no ensino de Física pode levar a uma aprendizagem mais significativa. Isso pois, segundo Moreira (2010), para se chegar a uma Aprendizagem Significativa é necessário que haja o interesse dos alunos sobre a matéria estudada, apoiar-se nos conhecimentos prévios dos estudantes, além da utilização de materiais potencialmente significativos.

O aplicativo é uma ferramenta multiplataforma, podendo ser utilizado em diferentes sistemas operacionais (Windows, GNU/Linux, MacOS), em conjunto com outros programas, como Microsoft Word, OpenOffice e LaTeX e também em dispositivos móveis (*smartphones* e *tablets*).

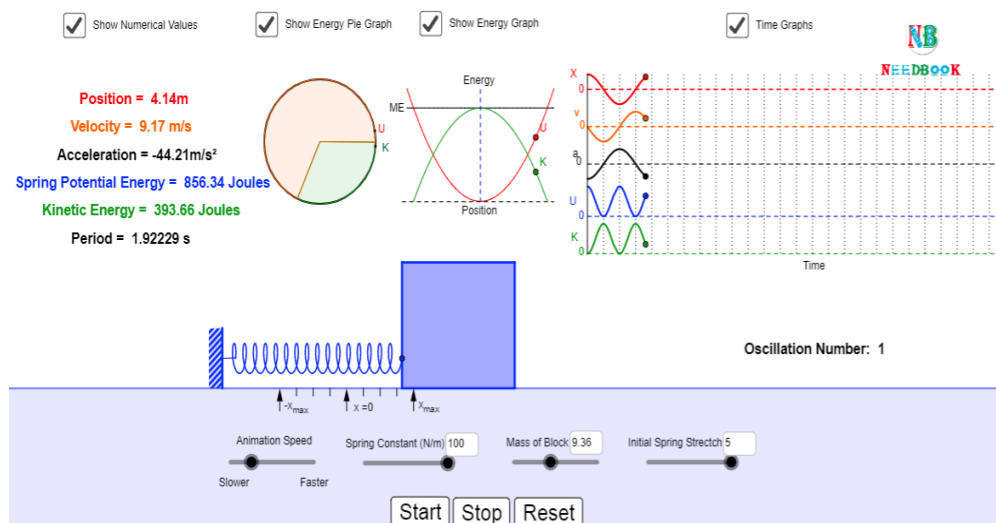
Como os elementos visuais de uma aplicação desenvolvida no GeoGebra estão vinculados à equações matemáticas, é possível que o professor explore cada etapa do fenômeno, destacando alterações em suas variáveis (MARCIUC; MIRON; BARNA, 2016).

4.3.1 O aplicativo utilizado

A aplicação, construída com a ferramenta GeoGebra, escolhida para a realização dessa pesquisa, foi a *Potential Energy of a Spring*³ (Energia Potencial em uma Mola). Esse Objeto de Aprendizagem (OA) permite que os alunos observem o desenho dos gráficos relacionados ao movimento oscilatório de um conjunto massa-mola. É possível alterar os valores atribuídos à constante elástica da mola, da massa do bloco e da elongação inicial do conjunto.

Além disso, o OA mostra as variações nos valores da aceleração, velocidade, deslocamento, energia potencial e energia cinética do sistema, baseado nas informações iniciais atribuídas pelos estudantes. É possível parar a animação a qualquer momento para que o professor possa analisar com os alunos as diferentes fases do movimento. Na figura 8, é apresentada uma tela do OA onde podem ser vistas suas funcionalidades.

Figura 8 - Tela Inicial do OA *Potential Energy of a Spring*



Fonte: elaborado pelo autor.

³ <https://www.geogebra.org/m/XpPwy5pE>

No momento da elaboração dos gráficos pelos alunos, espera-se que ocorra a construção cognitiva. Para Moreira (2011),

Em termos substantivos, o que Ausubel está dizendo é que para facilitar a aprendizagem significativa é preciso dar atenção ao conteúdo e à estrutura cognitiva, procurando “manipular” os dois. É necessário fazer uma análise conceitual do conteúdo para identificar conceitos, ideias, procedimentos básicos e concentrar neles o esforço instrucional. É importante não sobrecarregar o aluno de informações desnecessárias, dificultando a organização cognitiva. É preciso buscar a melhor maneira de relacionar, explicitamente, os aspectos mais importantes do conteúdo da matéria de ensino aos aspectos especificamente relevantes de estrutura cognitiva do aprendiz. Este relacionamento é imprescindível para a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011, p. 16).

Assim, a utilização do OA pelo aluno poderá facilitar a compreensão do conteúdo estudado, uma vez que na aprendizagem significativa de Ausubel a estrutura cognitiva poderá organizar-se de forma hierárquica, considerando o nível de abstração, generalidade e inclusividade dos conteúdos.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, são discutidos os dados coletados durante a pesquisa, com as informações obtidas, sendo organizadas em três categorias. A primeira categoria, Conhecimentos Prévios Sobre MHS, busca estabelecer um ponto de partida e uma base pela qual busca-se analisar a evolução dos conceitos apresentados pelos alunos ao longo das atividades. A segunda categoria, chamada de Funções Horárias e Construção de Gráficos, pretendeu-se explorar as habilidades dos alunos em transpor os conhecimentos teóricos sobre o MHS para a elaboração de representações geométricas dos fenômenos abordados. Na terceira e última categoria, denominadas Opiniões dos Alunos Sobre as Atividades e Ferramentas, são analisadas as opiniões dos alunos e suas sugestões acerca das metodologias utilizadas, bem como sobre a utilização do Objeto de Aprendizagem e seus efeitos percebidos.

5.1 Conhecimentos Prévios Sobre MHS

Para organizar a realização das atividades e possibilitar uma melhor avaliação dos resultados obtidos foi realizado um pré-teste. As perguntas visavam estabelecer o nível dos conhecimentos prévios dos alunos, com questões que abordavam aspectos teóricos e conceituais do Movimento Harmônico Simples. Além de trazer um panorama dos subsunçores trazidos pelos estudantes, a análise das respostas dos alunos ajudou a identificar suas possíveis dificuldades na compreensão sobre o MHS. De posse dessas informações, o professor pode elaborar melhor seus planos de aula e definir a abordagem dos temas a serem explorados. Os dados coletados durante este pré-teste estão compilados na Tabela 2.

Tabela 2: Pré-Teste Conhecimentos Prévios

	Acerto (%)	Acerto Parcial (%)	Erro (%)
Questão 1	42,1	36,8	21,1
Questão 2	31,6	31,6	36,8
Questão 3	57,9	21,1	21,1
Questão 4	47,4	31,6	21,1
Questão 5	36,8	47,4	15,8
Questão 6	68,4	31,6	0,0
Questão 7	84,2	10,5	5,3
Questão 8	73,7	15,8	10,5
Questão 9	42,1	52,6	5,3
Questão 10	68,4	21,1	10,5

Fonte: elaborado pelo autor.

A Tabela 2 traz os percentuais de acertos parciais e erros dos alunos, em cada questão apresentada no pré-teste. São considerados acertos parciais as respostas dos alunos que, apesar de incompletas, indicam certo nível de conhecimento a respeito do tema. Os resultados indicam que muitos dos alunos demonstraram dificuldades ao tratar sobre o conceito de amplitude no MHS. Apenas 31,6% dos estudantes acertaram a Questão 2, de forma completa, com o mesmo número de acertos parciais, enquanto que 36,8% dos entrevistados não apresentaram respostas satisfatórias para a pergunta. Observou-se que as dificuldades dos alunos em compreender e interpretar o MHS já eram esperadas, uma vez que esse trata-se de um dos tópicos de Física no qual os estudantes apresentam maiores dificuldades de compreensão conceitual (AYKUTLU; BEZEN; BAYRAK, 2015).

Por outro lado, 84,2% dos estudantes puderam descrever de forma correta a correlação entre a posição e a energia cinética em um corpo que descreve um movimento pendular. Além disso, 73,7% dos alunos foram capazes de explicar a relação entre velocidade e aceleração de um corpo que descreve um MHS ao passar por sua posição de equilíbrio.

Ao descreverem o período do movimento em um pêndulo simples, nenhum dos entrevistados errou ou deixou de responder. Em contrapartida, a turma demonstrou dificuldades em responder à questão que relaciona período, frequência e velocidade no MHS. Para Parnafes (2010), a compreensão destes conceitos está entre as principais dificuldades demonstradas pelos estudantes ao trabalharem com o MHS.

Dessa forma, é possível afirmar que a turma possuía um conhecimento global de nível mediano sobre o MHS. Observou-se também que os alunos foram capazes de elaborar respostas que, apesar de não serem completamente corretas, em sua maioria, descreveram de maneira satisfatória questões sobre os aspectos conceituais do Movimento Harmônico Simples.

5.2 Funções Horárias e Construção de Gráficos

Pela Taxonomia de Bloom, o nível de aprendizado de um indivíduo pode ser medido por uma série de ações que este é capaz de realizar quando de posse de certo conhecimento (FERRAZ; BELHOT, 2010). Dessa forma, o nível de manipulação das informações pertinentes mobilizado pelo estudante pode indicar um maior entendimento do assunto. Lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar e criar representam, nessa ordem, ações que demonstram o aprofundamento conceitual que pode ser evidenciado nas práticas dos alunos.

Dessa forma, foram realizados testes antes e depois da utilização do OA, com o intuito de averiguar possíveis evoluções na maneira como os estudantes se relacionavam com os conteúdos do MHS. Nos testes, os alunos foram solicitados a analisar um gráfico de um movimento periódico e, com base nas informações adquiridas, e também com base na interpretação do mesmo, eles passaram a descrever as equações que regiam esse movimento. Além disso, os educandos deveriam gerar gráficos que representassem outros parâmetros desse mesmo fenômeno.

Durante o pré-teste, os alunos deveriam escrever corretamente as funções horárias da velocidade e da aceleração do movimento descrito no gráfico da elongação. O objetivo dessa etapa do estudo foi determinar a capacidade dos alunos lembrarem, entenderem e aplicarem as diferentes formas de se descrever matematicamente o MHS, extraindo informações do gráfico apresentado. Após a realização das atividades com uso do AO, os alunos foram novamente testados e os resultados comparados.

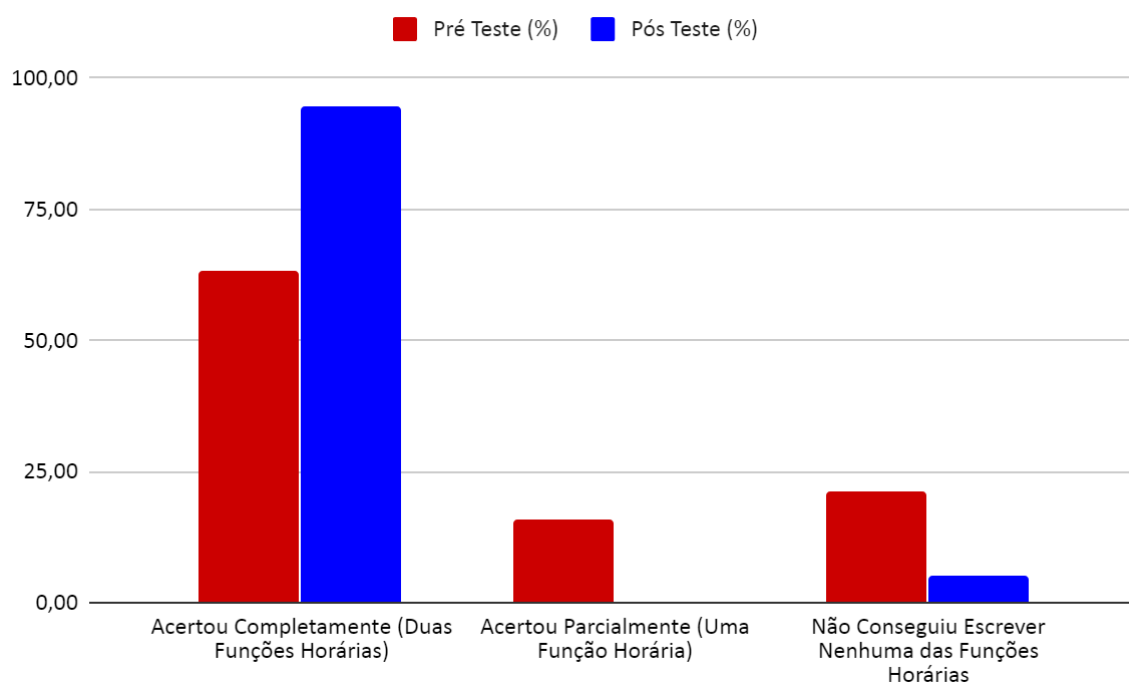
É possível notar que, durante o pré-teste, 60% dos alunos já demonstrava um nível mediano em suas capacidades de interpretação dos gráficos. Além disso, menos de 25% da turma não foi capaz de escrever corretamente nenhuma das equações solicitadas. Com as informações coletadas durante o pré-teste conceitual, ficou claro que os discentes já possuíam um entendimento intermediário do MHS.

A análise dos resultados do pós-teste indicou que, após a utilização do OA, houve uma melhoria na capacidade dos estudantes em extraírem e interpretarem as referências dos gráficos. No caso, houve uma melhoria de 31,58% no número de alunos que conseguiu escrever as duas

equações solicitadas de forma correta. Além disso, a quantidade de alunos que responderam de forma incompleta, ou não responderam a essa etapa do teste, diminuiu em 15,79%, nos dois casos. Os resultados encontrados, portanto, corroboram com os estudos de Amrani e Paradis (2010), que afirmam que estudantes realizando atividades de laboratório, baseadas em computadores, apresentam uma melhoria no entendimento dos fenômenos físicos.

Os resultados desta etapa da pesquisa estão expostos no Gráfico 1, a seguir:

Gráfico 1 - Pré-teste x pós-teste sobre as equações do MHS



Fonte: elaborado pelo autor.

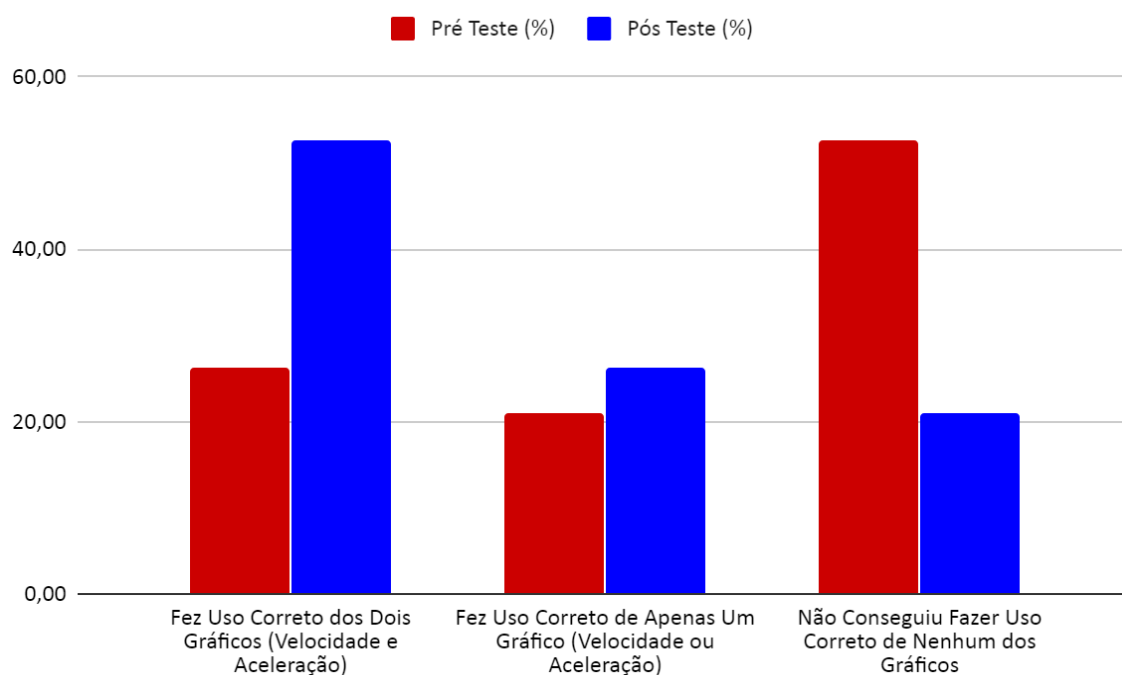
Quanto à capacidade dos alunos em construírem os gráficos relacionados a um movimento periódico com base na interpretação de um gráfico inicial, constatou-se que houve uma melhoria após a utilização do OA. Segundo a Taxonomia de Bloom Revisada, o “fazer” é a ação que indica uma maior apropriação do conhecimento por parte do indivíduo. (ANDERSON *et al.*, 2001).

Houve um aumento de 26,32% no número de alunos que foram capaz de desenhar os gráficos, de forma correta, da velocidade e da aceleração do movimento descrito no gráfico da elongação que lhes foi apresentado. Ademais, houve uma diminuição de 31,58% na quantidade de alunos que não conseguiram construir nenhum dos gráficos solicitados. Nesse sentido, pode-se notar que a utilização do OA permitiu aos alunos superarem algumas das dificuldades enfrentadas na compreensão do MHS, como a falta de motivação, deficiência no entendimento

das expressões numéricas e nas concepções alternativas trazidas de outros tópicos da Física (AYKUTLU; BEZEN; BAYRAK, 2015).

Ainda que os números absolutos indiquem um desempenho apenas mediano, a comparação entre os resultados do pré-teste e do pós-teste apontaram para a melhoria na compreensão dos conceitos relativos ao MHS por parte dos alunos. Os resultados obtidos corroboram, portanto, com os achados de Demaree e Lin (2006), que chegaram à conclusão de que alunos inseridos num ambiente ISLE desenvolvem um melhor entendimento dos conceitos e são mais capazes de comunicar suas ideias. Os resultados referentes à análise da produção de gráficos realizados pelos alunos estão compilados no gráfico 2, abaixo:

Gráfico 2 - Pré-teste x pós-teste sobre construção de gráficos do MHS



Fonte: Autor (2020).

É possível inferir que a utilização do OA foi capaz de impactar de maneira positiva no desempenho estudantil quanto à interpretação e criação dos gráficos relacionados ao MHS. Na próxima seção, são discutidas as opiniões dos alunos acerca das práticas e recursos utilizados durante a pesquisa.

5.3 Opiniões dos Alunos Sobre as Atividades e Ferramentas

Ao final da pesquisa, foi aplicado um questionário com o intuito de saber as opiniões dos alunos quanto às atividades realizadas e quanto ao uso das ferramentas. As perguntas feitas estão compiladas no Quadro 5, na próxima página.

Quadro 5 - Questionário de Satisfação

Questionário de Satisfação
Q.1 Que conceito você atribuiria ao ambiente do laboratório (LIAED) utilizado no uso do OA.
Q.2 E com relação aos computadores.
Q.3 Com relação à velocidade da Internet.
Q.4 A explicação preliminar feita pelo professor sobre o assunto em estudo (MHS).
Q.5 Seu interesse pela parte conceitual.
Q.6 Seu interesse pela parte prática.
Q.7 Grau de facilidade do uso do OA.
Q.8 Grau de interesse pelo uso do OA.
Q.9 Nível de facilidade de entendimento do uso do OA.
Q.10 Nível de ajuda do OA na compreensão do entendimento dos gráficos.
Q.11 Quanto ao <i>layout</i> dos gráficos no OA.
Q.12 Grau de ajuda na aprendizagem da elaboração dos gráficos.
Q.13 Nível de ajuda na elaboração do gráfico da velocidade.
Q.14 Nível de ajuda na elaboração do gráfico da aceleração.
Q.15 Ajudou na finalização do pós-teste.

Fonte: Autor (2020).

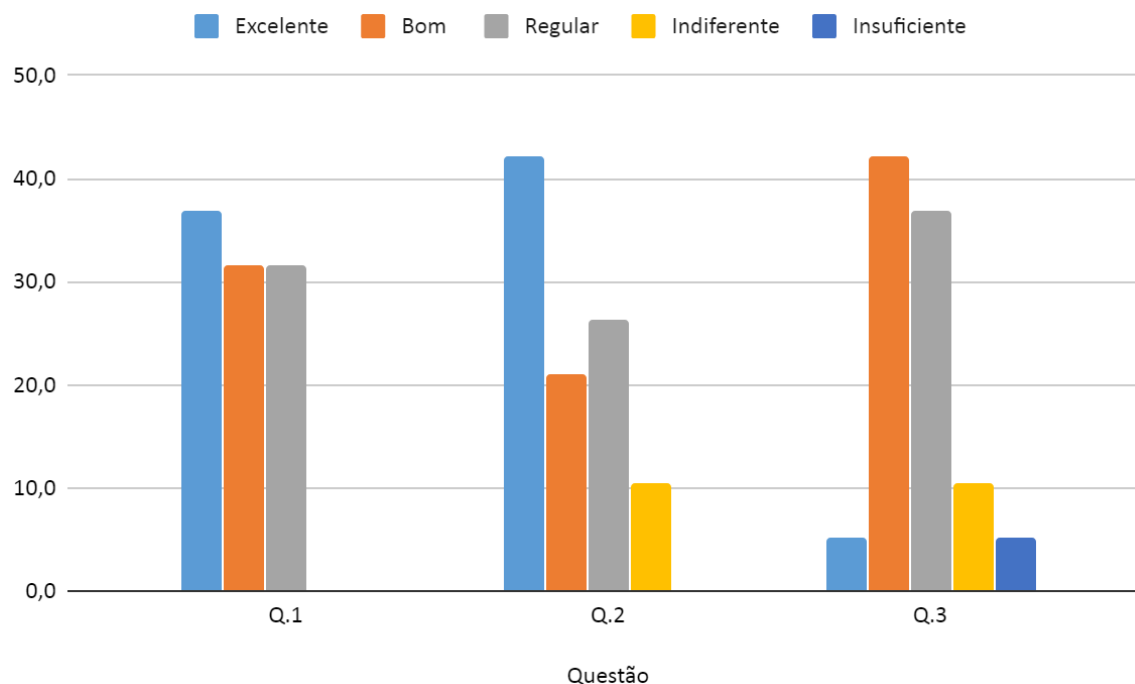
As questões abordam a visão dos estudantes sobre diferentes aspectos da pesquisa, com as questões Q.1, Q.2 e Q.3, versando sobre a estrutura física e as condições de realização do estudo. As perguntas Q.4, Q.5 e Q.6 se referem à parte teórica e a motivação dos alunos sobre o assunto das aulas. As questões Q.7, Q.8, Q.9, Q.10 e Q.11 se referem a como os discentes entendem certos aspectos do OA utilizado. Por fim, as questões Q.12, Q.13, Q.14 e Q.15 buscam coletar informações sobre a influência do OA percebida pelos estudantes na realização das atividades solicitadas.

Os alunos responderam de maneira positiva à maioria das questões feitas. Quanto à estrutura e recursos do laboratório onde se deu a pesquisa, 68,4% dos alunos consideraram a organização do ambiente como excelente ou boa.

Com relação aos computadores utilizados no laboratório, 63,2% dos estudantes expressaram opiniões positivas (excelente ou bom), enquanto 26,3% atribuíram a eles o conceito “regular”.

As opiniões foram mais diversas no que diz respeito à velocidade da internet utilizada. Dos 19 alunos entrevistados, 42,1% atribuíram o conceito “bom”; 36,8% consideraram a velocidade “regular”, enquanto que as opiniões “excelente” e “insuficiente” corresponderam a 5,3% das respostas. O gráfico 3 apresenta as respostas dadas pelos estudantes.

Gráfico 3 - Estrutura física e condições do laboratório



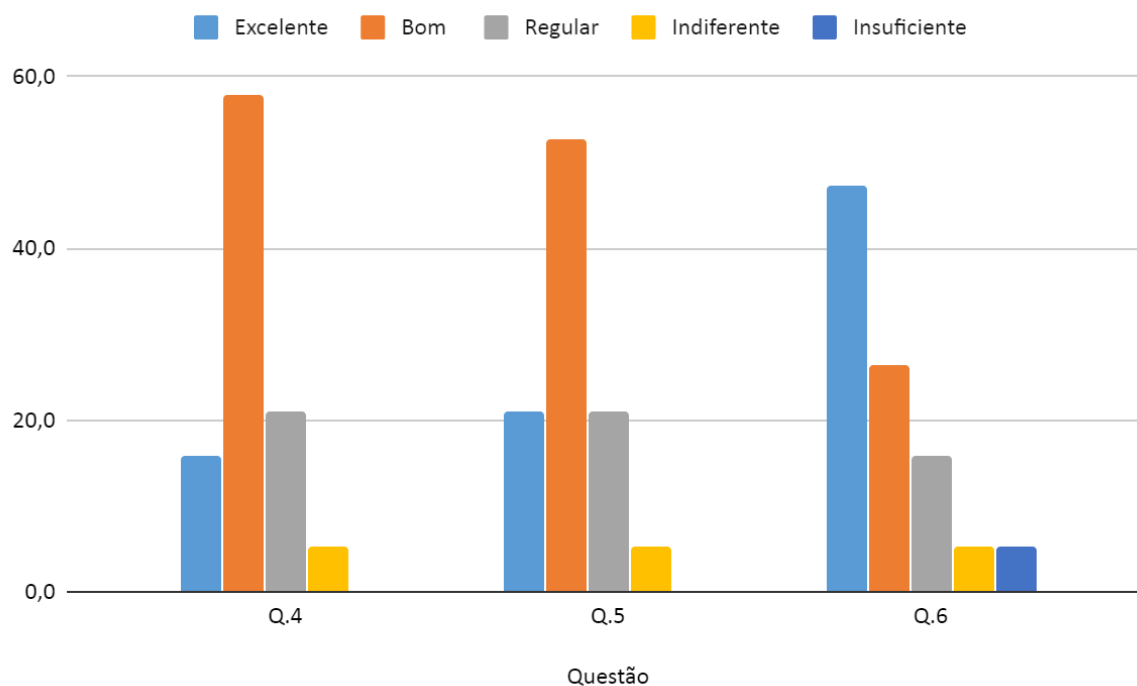
Fonte: elaborado pelo autor.

Em relação às respostas dos alunos, é possível notar que a estrutura oferecida pela instituição para a realização do trabalho foi satisfatória. Na verdade, os recursos presentes no LIAED superaram aos recursos normalmente encontrados na maioria das escolas públicas. No entanto, é possível crer que a mesma prática poderia ser realizada em um laboratório de informática mais simples, sem prejuízo das atividades.

A próxima sequência de perguntas aborda o interesse dos discentes pelo assunto tratado na pesquisa, bem como a atuação do professor nas aulas teóricas. Dos entrevistados, 73,7% declararam que a explicação preliminar sobre MHS foi satisfatória; 57,9% dos alunos atribuíram o conceito “bom”, e 15,8% atribuíram o conceito “excelente”. Em relação ao interesse dos alunos sobre o movimento harmônico simples, 21,1% atribuíram o conceito máximo à faceta conceitual da matéria; enquanto, 47,4% demonstraram mais interesse pela parte prática do MHS. Dessa forma, é possível notar que a utilização de experimentos é capaz

de gerar um maior engajamento dos alunos em relação ao estudo do MHS. Os dados coletados nesta etapa da pesquisa estão expostos no Gráfico 4.

Gráfico 4 - Aulas Teóricas e Motivação dos Alunos



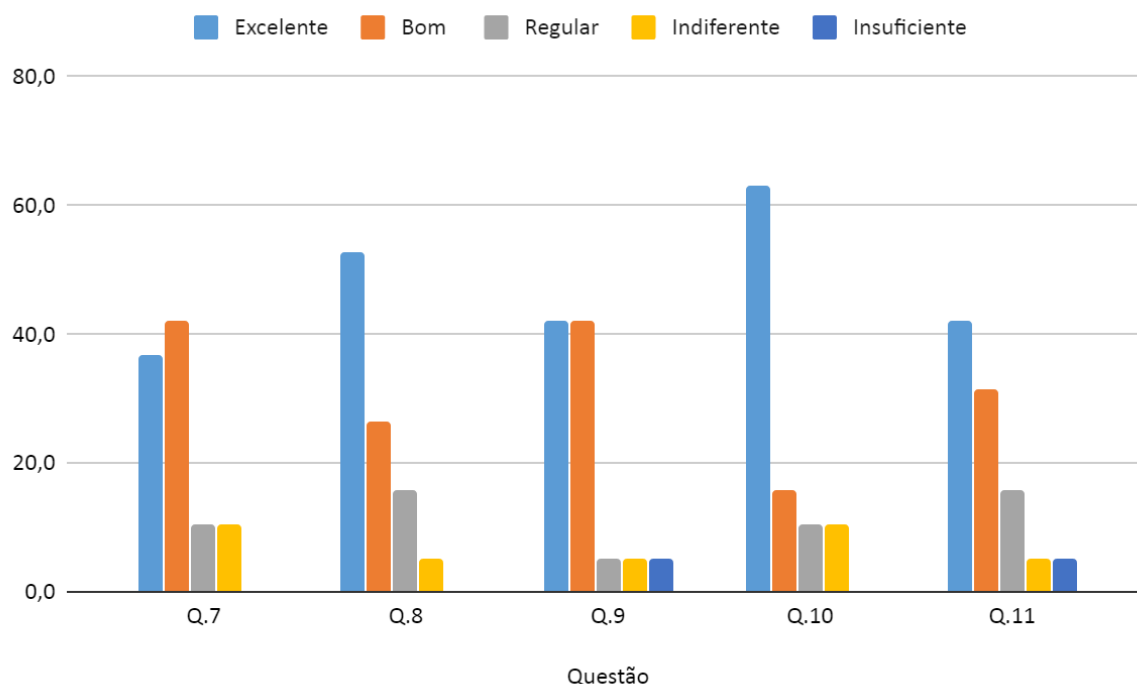
Fonte: elaborado pelo autor.

Com relação às opiniões dos alunos sobre as propriedades do OA, a análise indica que, de maneira geral, os alunos consideraram a utilização do recurso positiva. Quanto à facilidade de uso do OA, 36,8% dos entrevistados o consideraram excelente e 42,1%, bom. Sobre o interesse dos alunos pelo objeto de aprendizagem, 52,6% atribuíram o maior conceito possível, enquanto 42,1%, consideraram “excelente” o nível de facilidade na compreensão do OA.

O *layout* dos gráficos no OA obteve 42,1% de respostas “excelente”. Além disso, 63,2% dos entrevistados consideraram que o nível de ajuda do AO quanto ao entendimento dos gráficos do MHS foi também “excelente”.

Dessa forma, as respostas indicaram que a utilização do OA para o ensino do MHS, além de despertar maior interesse por parte dos alunos, oferece novas maneiras de abordar o assunto. Ademais, contribuíram na compreensão dos gráficos explorados durante as atividades realizadas. As respostas desta etapa do questionário são apresentadas no gráfico 5.

Gráfico 5 - Uso e Características do Objeto de Aprendizagem



Fonte: elaborado pelo autor.

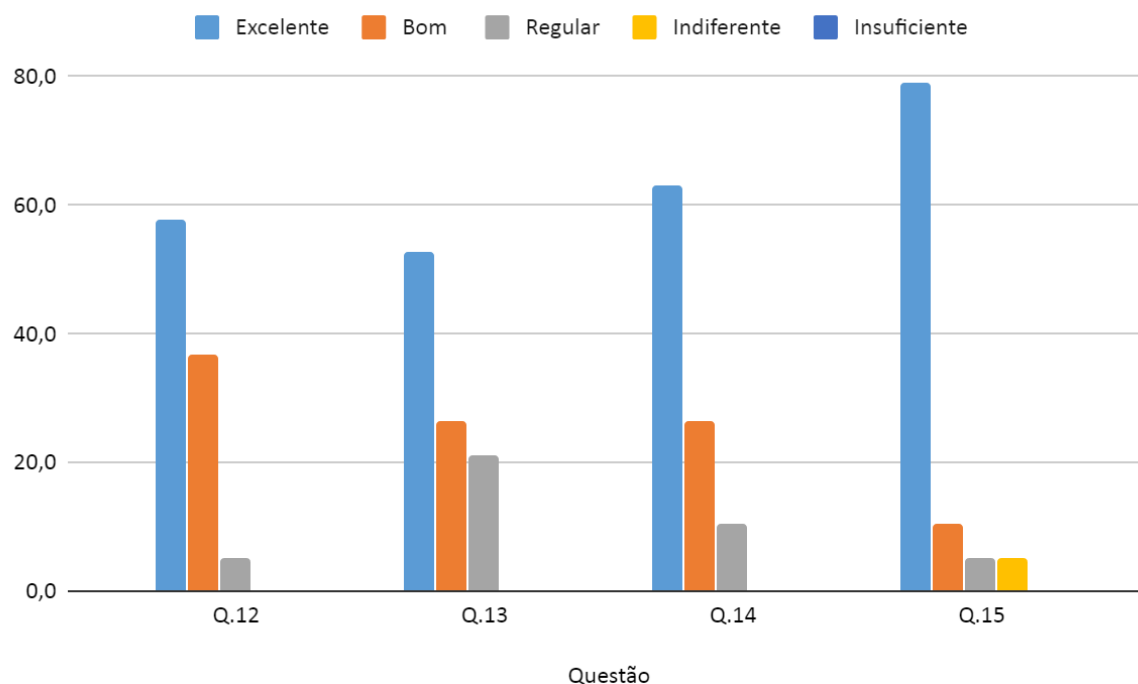
Quanto à influência do objeto de aprendizagem na execução das atividades, a média das respostas positivas se mostrou ainda maior que nas outras seções. 57,9% dos alunos atribuíram conceito máximo ao grau de ajuda que o OA proveu na aprendizagem dos gráficos. Ainda, especificamente sobre a elaboração do gráfico da velocidade, 52,6% dos estudantes disseram que o OA foi excelente. E sobre a influência do mesmo na criação do gráfico da aceleração, 63,2% dos entrevistados consideraram também excelente.

Amrani e Paradis (2010) ressaltam o interesse dos alunos ao interagirem com ferramentas digitais que permitem um *feedback* automático dos gráficos criados. Esse tipo de ferramenta possibilita que os estudantes compreendam de maneira mais eficiente as variáveis envolvidas no MHS e suas representações.

O maior valor positivo obtido no questionário veio na última questão, que abordou a ajuda que o OA proveu à realização do pós-teste. 78,9% dos alunos atribuiu conceito máximo à influência do objeto de aprendizagem. Os resultados indicam similaridades com o encontrado por Parnafes (2010), ao demonstrar que, ao serem capazes de interagirem de maneira significativa com um fenômeno simulado, os estudantes são capazes de melhor analisar estes fenômenos no mundo real.

As porcentagens de cada resposta estão expostas no Gráfico 6 da página 55.

Gráfico 6 - Influência do OA na Realização das Atividades



Fonte: elaborado pelo autor.

É possível notar, pela quantidade de respostas positivas, que a maioria dos alunos considera que a utilização do OA influenciou de maneira favorável no aprendizado do MHS. Além disso, observou-se que os alunos sentem-se motivados ao realizarem atividades práticas no estudo da Física. Estas respostas estão de acordo com o encontrado por Silva (2018), ao apontar que os alunos veem a utilização de ferramentas digitais como uma maneira de promover uma melhor compreensão dos conceitos estudados.

Os estudantes também julgaram de maneira palpável que o uso das ferramentas digitais empregadas na pesquisa desempenhou um papel importante para o sucesso dos mesmos. Pode-se ver as porcentagens das respostas para cada pergunta do questionário no Quadro 6, a seguir:

Quadro 6 - Respostas do Questionário Sobre as Opiniões dos Alunos

Questão	Excelente (%)	Bom (%)	Regular (%)	Indiferente (%)	Insuficiente (%)
Q.1	36,8	31,6	31,6	0,0	0,0
Q.2	42,1	21,1	26,3	10,5	0,0
Q.3	5,3	42,1	36,8	10,5	5,3
Q.4	15,8	57,9	21,1	5,3	0,0
Q.5	21,1	52,6	21,1	5,3	0,0
Q.6	47,4	26,3	15,8	5,3	5,3
Q.7	36,8	42,1	10,5	10,5	0,0
Q.8	52,6	26,3	15,8	5,3	0,0
Q.9	42,1	42,1	5,3	5,3	5,3
Q.10	63,2	15,8	10,5	10,5	0,0
Q.11	42,1	31,6	15,8	5,3	5,3
Q.12	57,9	36,8	5,3	0,0	0,0
Q.13	52,6	26,3	21,1	0,0	0,0
Q.14	63,2	26,3	10,5	0,0	0,0
Q.15	78,9	10,5	5,3	5,3	0,0

Fonte: Autor (2020).

Dessa forma, as opiniões dos alunos a respeito das práticas utilizadas durante a intervenção indicaram que a inclusão de novas metodologias, bem como a adição de ferramentas digitais, é percebida pelos mesmos como uma maneira de melhorar o aprendizado dos conceitos de MHS.

Na próxima seção, apresentam-se as considerações finais deste trabalho.

6 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância da construção de um ensino de Física, que leve à uma aprendizagem significativa, é evidenciada pelos diversos estudos em que apresentam situações nas quais o estudante assume um papel ativo na estruturação do próprio conhecimento. Nesse sentido, o uso de metodologias ativas de aprendizagem tem sido mais amplamente disseminado nos ambientes escolares. Além disso, a quase onipresença da tecnologia na vida de professores e alunos facilita e encoraja o uso de ferramentas digitais em atividades escolares.

Dessa forma, a presente pesquisa constatou, a partir da pergunta investigativa, que a hipótese de que uso do Objeto de Aprendizagem (OA) aliado à metodologia ISLE e voltado para a aprendizagem do Movimento Harmônico Simples (MHS) contribui para facilitar a compreensão na simulação de gráficos MHS.

Portanto, a busca por uma aprendizagem significativa, a partir da utilização de ferramentas digitais e metodologias ativas, podem gerar um maior engajamento dos discentes, além de trazer mais opções de interação dos alunos com o conhecimento defísica

Este trabalho foi elaborado com o intuito de explorar a influência de metodologias ativas, com ênfase na utilização da metodologia ISLE, no ensino de conceitos de Movimento Harmônico Simples. Ressalte-se que a própria metodologia ISLE abre espaço para a utilização de ferramentas digitais, no sentido de propor a criação de um ambiente investigativo, no qual os alunos possam interagir com os experimentos e fenômenos analisados. Sendo assim, este estudo utilizou-se de uma sequência didática que pudesse explorar as potencialidades das ferramentas e metodologias utilizadas, com a finalidade de proporcionar uma aprendizagem significativa.

Vale salientar que: a utilização dos recursos utilizados nessa pesquisa foi facilitada pela estrutura proporcionada pelo IFCE, que possui um laboratório de informática voltado para a aprendizagem assistida por ferramentas digitais. O LIAED, conta com uma boa estrutura física e tecnológica capaz de oferecer meios para conectar os alunos ao conteúdo, mediante a exploração de experimentos, acesso à internet por *wi-fi* e equipamentos de medição. É possível dizer que o IFCE dispõe de muitos recursos que não estão presentes na maioria das escolas públicas, no entanto, vale ressaltar que as técnicas utilizadas neste estudo foram organizadas de maneira a poderem ser replicadas em diferentes contextos escolares.

Quanto à utilização de um Objeto de Aprendizagem (OA) como recurso para o aprendizado de Movimento Harmônico Simples (MHS), pode-se observar que, além de indicar que a adição de uma ferramenta digital interativa gerou um novo estímulo às atividades

desenvolvidas, os alunos obtiveram melhores resultados no teste realizado posteriormente ao uso do OA. Os resultados podem indicar a ocorrência de uma melhor apropriação do conhecimento acerca dos gráficos do MHS.

A metodologia utilizada durante as aulas, ISLE (*Investigative Science Learning Environment*), levou os alunos a se comportarem como cientistas, realizando medições, analisando e tecendo teorias a respeito dos fenômenos estudados. Nesse caso, os estudantes se mostraram bastante interessados, durante o desenvolvimento das atividades, demonstrando um maior envolvimento com os conceitos apresentados, quando comparado com aulas que se valem de metodologias tradicionais.

Além disso, ao analisar os gráficos construídos pelos alunos, durante o período da pesquisa investigativa, foi possível observar uma melhoria considerável dos resultados quanto à interpretação e construção dos mesmos. Os aprendizes foram capazes de reconhecer padrões e extrapolá-los para encontrar novas informações. Esse aumento nos níveis de abstração e domínio dos conceitos de MHS pode ser atribuído ao trabalho com as ferramentas digitais e metodologias ativas, organizadas em uma sequência didática.

Ademais, faz necessário ressaltar que, apesar do ensino de Física se beneficiar da inclusão de ferramentas digitais e metodologias ativas, nem todas as escolas possuem uma estrutura que possa favorecer a implementação destas práticas. No caso, é importante enfatizar que os estudos sobre esse tema busquem apresentar alternativas que permitam a democratização destes recursos. Dessa forma, considera-se que a pesquisa foi exitosa e apresentou uma sequência didática capaz de engajar os alunos e fomentar uma aprendizagem significativa dos conceitos de MHS.

REFERÊNCIAS

ALIPRANDINI, Daiane Maria, SCHUHMACHER, Elcio, DOS SANTOS, Muriel Clasen. Processo de Ensino e Aprendizagem de Física Apoiada em Software de Modelagem. *In: Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 1, 2009, Ponta Grossa. p. 1370-1380. ISBN: 978-85-7014-048- 7.

AMRANI, D.; PARADIS, P. Use of Computer-Based Data Acquisition to Teach Physics Laboratories: case study simple harmonic motion. **Latin-American Journal of Physics Education**, [s. l.], v. 4, n. 3, p. 511-514, set. 2010.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educativa**: un punto de vista cognoscitivo. Mexico: Trillas, 1980.

ÁVILA, B. G.; TAROUÇO, L. M. R. Projeto Instrucional de Objetos de Aprendizagem. *In: TAROUÇO, L. M. R. et al. (Org.). Objetos de Aprendizagem: Teoria e Prática*. Porto Alegre: Evangraf, 2014, p. 168-198.

AYKUTLU, I.; BEZEN, S.; BAYRAK, C. Teacher Opinions about the Conceptual Challenges Experienced in Teaching Physics Curriculum Topics. **Procedia - Social And Behavioral Sciences**, [s. l.], v. 174, p. 390-405, fev. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.681>.

BRAGA, Juliana (Org.). **Objetos de Aprendizagem**. Volume 1: Introdução e fundamentos. Santos André: UFABC, 2015. 157 p. Disponível em: <pesquisa.ufabc.edu.br/interact/?page_id=370>. Acesso em: 12 nov. 2020.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

_____. **Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, 1996.

CHURCHILL, D. Towards a useful classification of learning objects. **Education Technology Research and Development**, v. 55, p. 479–497, 2007.

DEMAREE, D.; LIN, Y. Assessing ISLE Labs as an Enhancement to Traditional Large-Lecture Courses at the Ohio State University. **Aip Conference Proceedings**, [s. l.], p. 105-108, 2006. <http://dx.doi.org/10.1063/1.2177034>.

ETKINA, E. et al. Design and Reflection Help Students Develop Scientific Abilities: Learning in Introductory Physics Laboratories. **Journal of the Learning Sciences**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 54-98, 27 jan. 2010. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10508400903452876>.

ETKINA, E. Millikan award lecture: students of physics - listeners, observers, or collaborative participants in physics scientific practices?. **American Journal of Physics**, [s. l.], v. 83, n. 8, p. 669-679, ago. 2015. American Association of Physics Teachers (AAPT). <http://dx.doi.org/10.1119/1.4923432>.

ETKINA, E.; PLANINSIC, G.; VAN HEUVELEN, A.; PLANINSIC, G. **College Physics: explore and apply**. Glenview: Pearson, 2013.

IRADAT, R. D.; ALATAS, F. The Implementation of Problem-Solving Based Laboratory Activities to Teach the Concept of Simple Harmonic Motion in Senior High School. **Journal of Physics: Conference Series**, [s. l.], v. 895, p. 1-7, set. 2017. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012014>.

LIMA, E. A.; GAIO, D. C. **Física: a importância da experimentação associada ao lúdico**. Cuiabá, 2009.

LIMA, L. A. F.; ALONSO, K. M.; MACIEL, C. Análise da Qualidade em Objetos de Aprendizagem: reflexão sobre aspectos pedagógicos. In: **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, 2013.

MADU, B. Effect of the four-step learning cycle model on students' Understanding of concepts related to simple harmonic motion. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**, [s. l.], v. 13, n. 1, p.1-22, jun. 2012.

MARCIUC, D.; MIRON, C.; BARNA, E. S. Using geogebra and vpython software for teaching motion in a uniform gravitational field. **Romanian Reports in Physics**, v. 68, n. 3, p. 1-16, 2016. ISSN 1221-1451.

MORAN, J. M.; MASETTO, M.; BEHRENS, M. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 12. ed. São Paulo: Papirus, 2006.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: Um Conceito Subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista**/Meaningful Learning Review, v. 1, n. 3, p. 25-46, 2011. Disponível em:

<https://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/pe_Goulart/Material_de_Apoio/Referencial%20Teorico%20-%20Artigos/Aprendizagem%20Significativa.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2019.

_____. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Currículum, La Laguna, Espanha, 2012.

PLANINŠIČ, G.; ETKINA, E. Light-Emitting Diodes: learning new physics. **The Physics Teacher**, [S.L.], v. 53, n. 4, p. 210-216, abr. 2015. American Association of Physics Teachers (AAPT). <http://dx.doi.org/10.1119/1.4914558>.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008.

PARNAFES, O. When Simple Harmonic Motion is not That Simple: managing epistemological complexity by using computer-based representations. **Journal of Science Education and Technology**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 655-679, maio 2010.

PARREIRA, J. E. Aplicação e avaliação de uma metodologia de aprendizagem ativa (tipo ISLE) em aulas de Mecânica, em cursos de Engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 40, n. 1, p. 1-6, 20 jul. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2017-0180>. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v40n1/1806-1117-rbef-40-01-e1401.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2019.

RAJIBUSSALIM, R; RAHMAYANI, E; IRWANDI, I. Utilising Investigative Science Learning Environment (ISLE) based STEM module for enhancing students' understanding of Physics concepts. **Journal of Physics: Conference Series**, [s. l.], v. 1120, p. 1-8, nov. 2018. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1120/1/012086>.

ROCHE, JOHN. Introducing simple harmonic motion. **Physics Education**, [s. l.], v. 37, n. 6, p. 497-506, 1 nov. 2002. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/0031-9120/37/6/306>.

SILVA, D. O. **Metodologias Ativas como Subsídio para a Evolução de Conceitos de Física Moderna sob a Ótica da Aprendizagem Significativa**. 2018. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Ciências e Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em: <<http://pgcem.fortaleza.ifce.edu.br/wp-content/uploads/2019/01/FINAL-DIEGO-IFCE-Final.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2020.

SILVA, D.; SALES, G.; CASTRO, J. A Utilização do Aplicativo Plickers Como Ferramenta na Implementação da Metodologia Peer Instruction. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, [s. l.], v. 4, n. 12, p. 502-516, 30 nov. 2018. <http://dx.doi.org/10.21920/recei72018412502516>.

SILVA, V. A.; MARTINS, M. I. Análise de questões de Física do ENEM pela Taxonomia de Bloom Revisada. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 16, n. 3, p. 189-202, dez. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172014160309>.

SZOTT, A. Open-ended Laboratory Investigations in a High School Physics Course: the difficulties and rewards of implementing inquiry-based learning in a physics lab. **The Physics Teacher**, [S.L.], v. 52, n. 1, p. 17-21, jan. 2014. American Association of Physics Teachers (AAPT). <http://dx.doi.org/10.1119/1.4849147>.

VASCONCELOS, F. H. L. *et al.* A utilização de software educativo aplicado ao ensino de Física com o uso da modelagem. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, XVI., 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sbf, 2005. p. 1-4. Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_autilizacaodesoftwareedu.trabalho.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2020.

VICK, V. C. **The Effect Of 7E Model Inquiry-Based Labs On Student Achievement In Advanced Placement Physics**: an action research study. 2018. 138 f. Tese (Doutorado) - Curso de Education In Curriculum And Instruction, College Of Education, University Of South Carolina, Columbia, 2018.

VIEIRA, R. M. C. T. A formação inicial de professores e a didática das ciências como contexto de utilização do questionamento orientado para a promoção de capacidades de pensamento crítico. **Revista Portuguesa da Educação**, Braga, v. 16, n. 1, p. 231-252, 2003. Disponível em <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37416110>>. Acesso em: 19 set. 2019.

APÊNDICE A – PRÉ-TESTE SOBRE OS ELEMENTOS DO MHS



Professor: José Carlos Ferreira bastos

Pré-teste

Gráficos do M.H.S.

Tomando como base o gráfico da elongação. Faça os gráficos da velocidade em função do tempo e da aceleração em função do tempo.

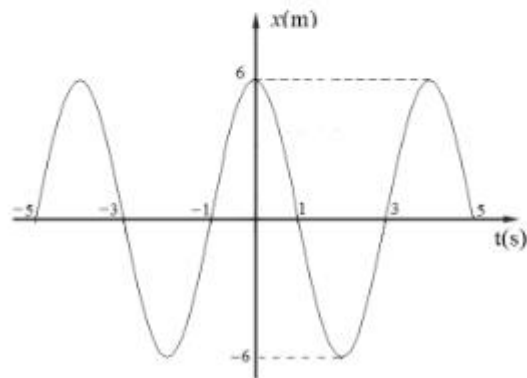
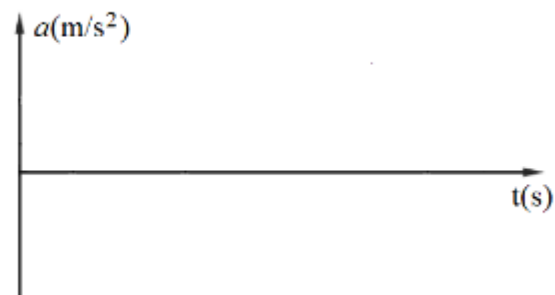


Gráfico da velocidade x tempo:



Gráfico da aceleração x tempo.



APÊNDICE B – PÓS-TESTE SOBRE OS ELEMENTOS DO MHS



Professor: José Carlos Ferreira bastos

Pós-teste

Gráficos do M.H.S.

Tomando como base o gráfico da elongação. Faça os gráficos da velocidade em função do tempo e da aceleração em função do tempo.

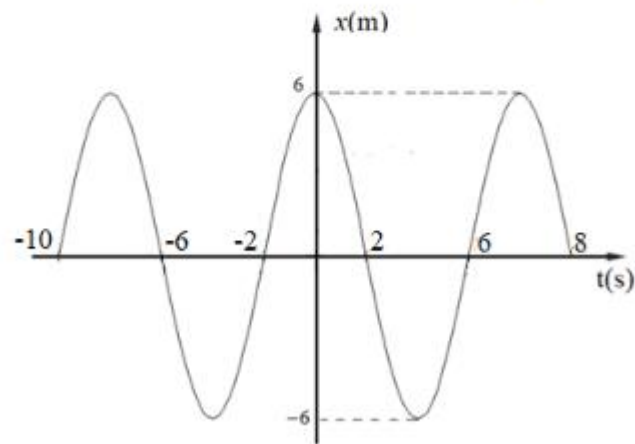


Gráfico da velocidade x tempo:

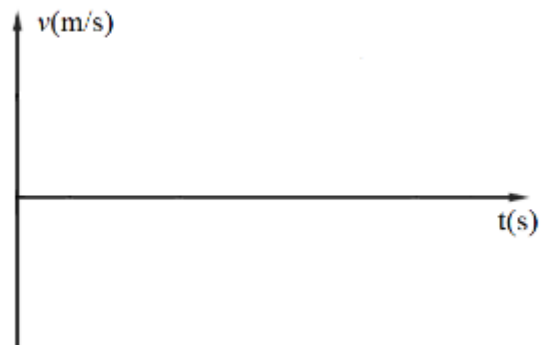
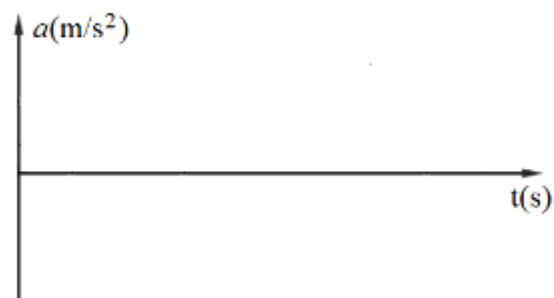


Gráfico da aceleração x tempo.

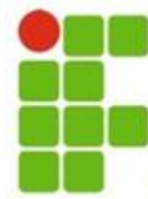


**APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO CONHECIMENTO PRÉVIO DO ASSUNTO –
MHS**

01	O que é movimento harmônico simples?
02	O que é a amplitude do movimento harmônico simples?
03	Explique o período de duração de uma oscilação.
04	Qual é a frequência de um movimento harmônico simples?
05	O que acontece com a frequência e período quando a velocidade de um objeto no MHS aumenta.
06	Do que depende o período de pêndulo simples?

07	Descreva as mudanças na energia cinética de um corpo pendular em relação à sua posição.
08	Explique o balanceamento de velocidade e aceleração na posição de equilíbrio de um objeto que executa o MHS.
09	Quais são os efeitos do vento em um pêndulo oscilando?
10	Quais são os efeitos de um grande deslocamento em um pêndulo oscilando?

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO DE Satisfação



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CEARÁ



PGECM

Professor: José Carlos Ferreira Bastos

01. Que conceito você atribuiria ao ambiente do laboratório (LIAED) utilizado por vocês no uso do OA.

- () Excelente
- () Bom
- () Regular
- () Indiferente
- () Insuficiente

02. E com relação aos computadores.

- () Excelente
- () Bom
- () Regular
- () Indiferente
- () Insuficiente

03. Com relação a velocidade da Internet.

- () Excelente
- () Bom
- () Regular
- () Indiferente
- () Insuficiente

04. A explicação preliminar feita pelo professor sobre o assunto em estudo (MHS).

- () Excelente
- () Bom
- () Regular
- () Indiferente
- () Insuficiente

05. Seu interesse pela parte conceitual.

- () Excelente
- () Bom

- () Regular
- () Indiferente
- () Insuficiente

06. Seu interesse pela parte prática.

- () Excelente
- () Bom
- () Regular
- () Indiferente
- () Insuficiente

07. Grau de facilidade do uso do OA.

- () Excelente
- () Bom
- () Regular
- () Indiferente
- () Insuficiente

08. Grau de interesse pelo uso do OA.

- () Excelente
- () Bom
- () Regular
- () Indiferente
- () Insuficiente

09. Nível de facilidade de entendimento do uso do OA.

- () Excelente
- () Bom
- () Regular
- () Indiferente
- () Insuficiente

10. Nível de ajuda do OA na compreensão do entendimento dos gráficos.

- () Excelente
- () Bom
- () Regular
- () Indiferente
- () Insuficiente

11. Quanto ao *layout* dos gráficos no OA.

- () Excelente
- () Bom
- () Regular
- () Indiferente

() Insuficiente

12. Grau de ajuda na aprendizagem da elaboração dos gráficos.

() Excelente

() Bom

() Regular

() Indiferente

() Insuficiente

13. Nível de ajuda na elaboração do gráfico da velocidade no pós teste.

() Excelente

() Bom

() Regular

() Indiferente

() Insuficiente

14. Nível de ajuda na elaboração do gráfico da aceleração

() Excelente

() Bom

() Regular

() Indiferente

() Insuficiente

15. Ajudou na finalização do pós teste.

() Excelente

() Bom

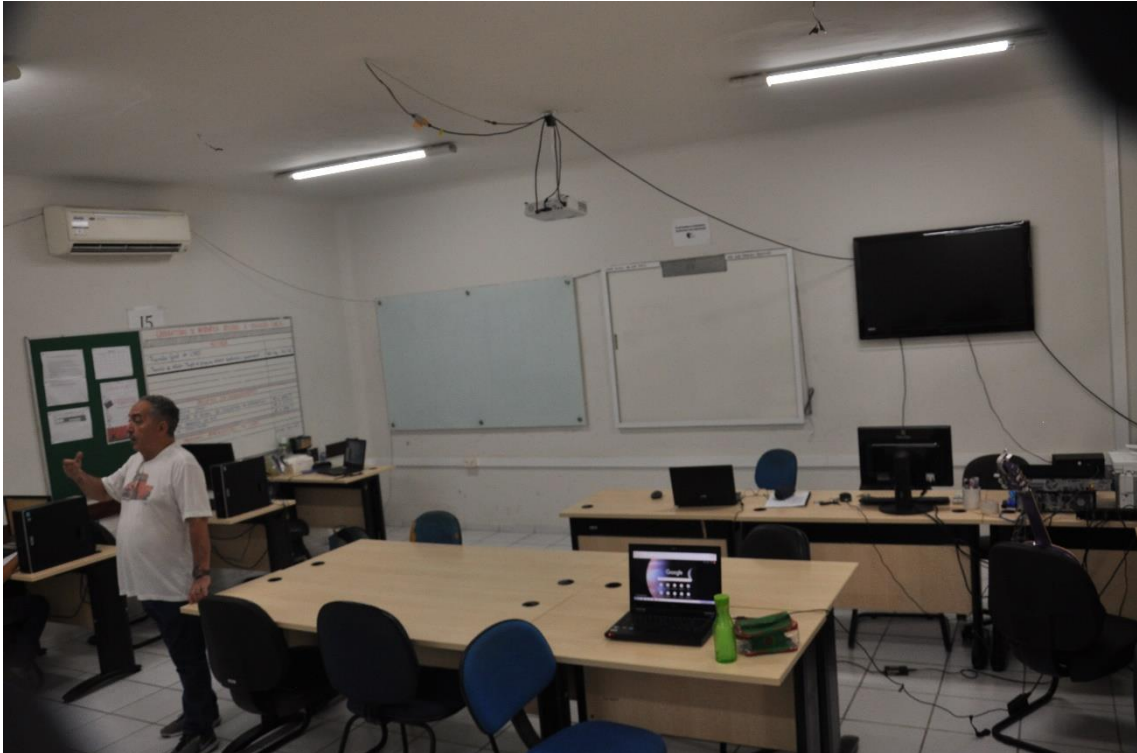
() Regular

() Indiferente

() Insuficiente

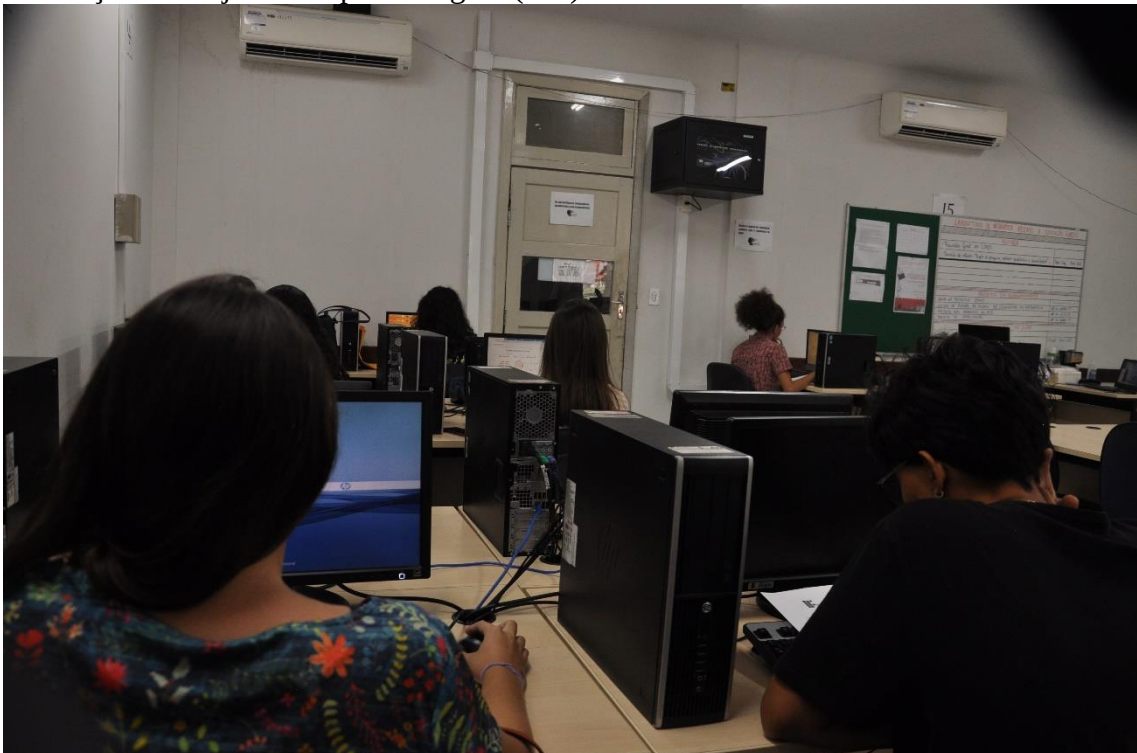
APÊNDICE E – EXPERIÊNCIA DOS ALUNOS NO LIAED DO IFCE

Acolhimento da turma no LIAED



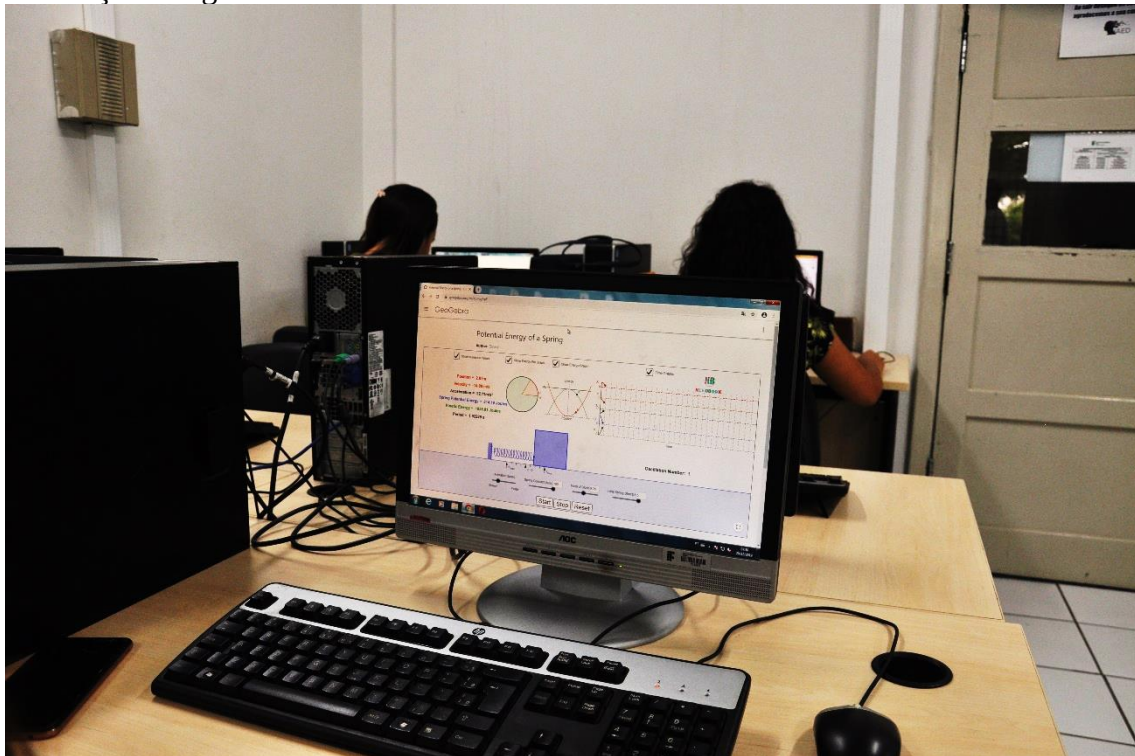
Fonte: elaborado pelo autor.

Utilização do Objeto de Aprendizagem (OA)



Fonte: elaborado pelo autor.

Simulação dos gráficos do MHS



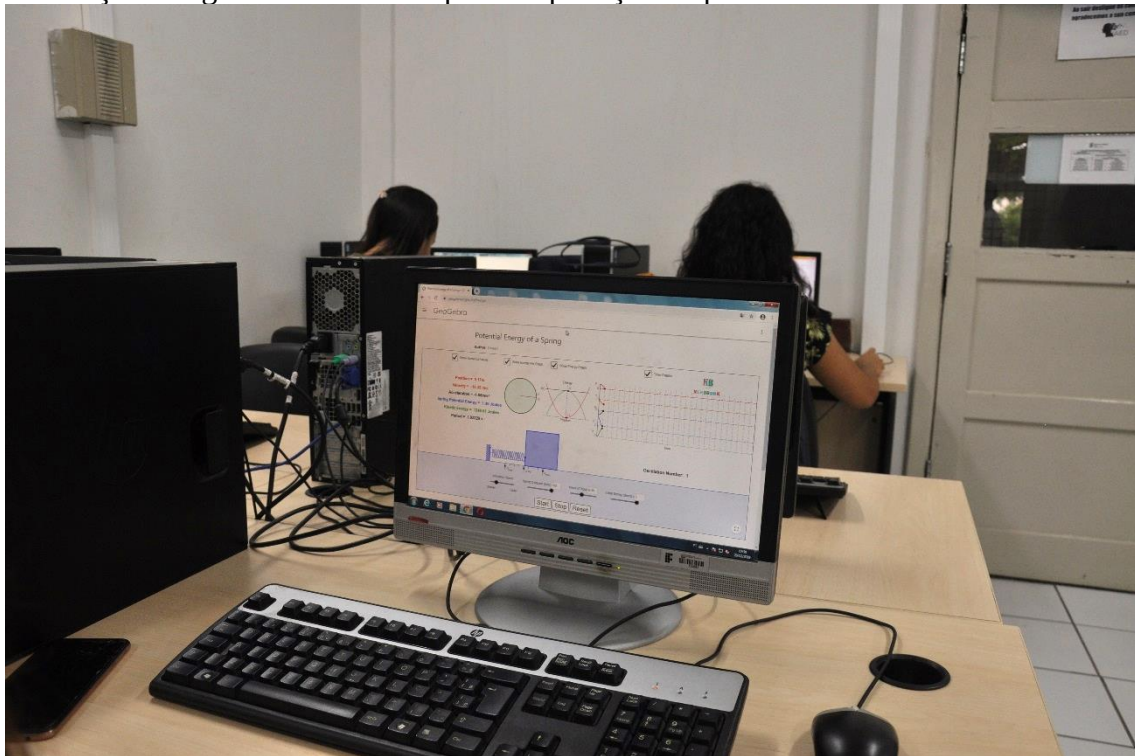
Fonte: elaborado pelo autor.

Explicação do professor sobre o conteúdo MHS

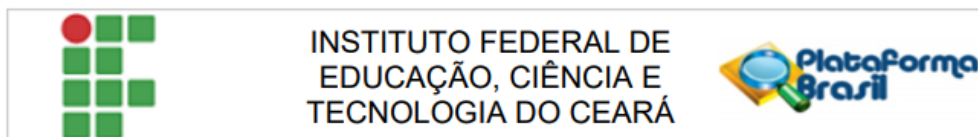


Fonte: elaborado pelo autor.

Simulação dos gráficos do MHS após a explicação do professor



Fonte: elaborado pelo autor.

ANEXOS A – COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO**COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: OBJETO DE APRENDIZAGEM (OA) NO ENSINO DO MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES (MHS): UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO METODOLOGIA ATIVA (tipo ISLE) NA DISCIPLINA DE FÍSICA.

Pesquisador: JOSE CARLOS FERREIRA BASTOS

Versão: 3

CAAE: 29880920.3.0000.5589

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO CEARA

Informamos que o projeto OBJETO DE APRENDIZAGEM (OA) NO ENSINO DO MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES (MHS): UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO METODOLOGIA ATIVA (tipo ISLE) NA DISCIPLINA DE FÍSICA. que tem como pesquisador responsável JOSE CARLOS FERREIRA BASTOS, foi recebido para análise ética no CEP Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará em 11/03/2020 às 17:09.

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

UF: CE

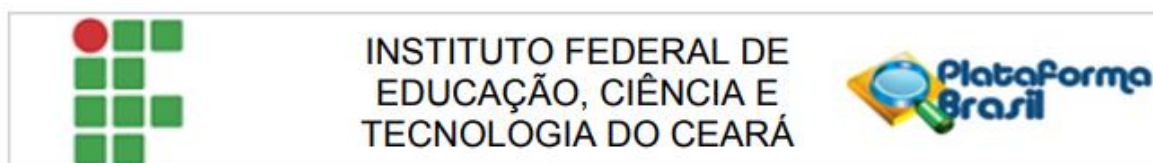
Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

CEP: 60.410-426

E-mail: cep@ifce.edu.br

ANEXO B – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CONSELHO DE ÉTICA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: OBJETO DE APRENDIZAGEM (OA) NO ENSINO DO MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES (MHS): UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO METODOLOGIA ATIVA (tipo ISLE) NA DISCIPLINA DE FÍSICA.

Pesquisador: JOSE CARLOS FERREIRA BASTOS

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 29880920.3.0000.5589

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO CEARA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.229.657

Apresentação do Projeto:

RESUMO

Em sala de aula, o Movimento Harmônico Simples (MHS) é um conteúdo geralmente visto na forma apenas de aula expositiva e, por isso mesmo, é considerado um conteúdo de difícil compreensão. Na intenção de reduzir essa problemática, formulamos a seguinte questão investigativa da pesquisa: o Objeto de Aprendizagem (OA) contribui para a compreensão do MHS, a partir da abordagem da Metodologia Ativa? Para tanto, buscou-se fazer simulações de gráficos do MHS, com auxílio de ferramentas digitais. Esta pesquisa tem como objetivo geral analisar se o uso do OA na disciplina de Física contribui para a compreensão do MHS, a partir da abordagem de Metodologias Ativas, do tipo ISLE, que propõe um Ambiente de Aprendizagem Investigativa de Ciências. Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa, configurando-se num estudo de caso descritivo e interpretativo que será aplicado a uma turma de alunos do Ensino Médio, do IFCE, campus Fortaleza. Participarão como público alvo investigado, 19 alunos. O estudo de caso se dará ao longo de 4 encontros de 2 horas/aula, cada encontro: no primeiro encontro, em sala de aula, será apresentado aos alunos os objetivos do trabalho e como deverá ser desenvolvido. Em seguida, aplicar-se-á um questionário com perguntas abertas, sobre o conhecimento conceitual do assunto MHS. Isto servirá para avaliar o nível de conhecimento prévio que os mesmos trazem

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

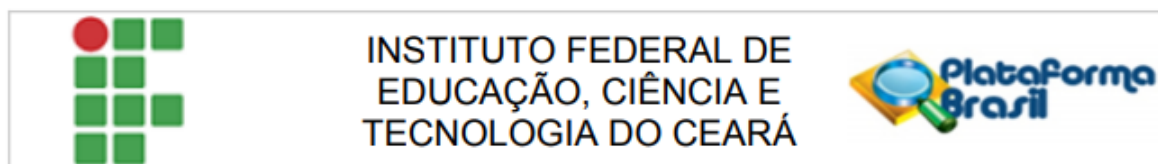
UF: CE

Município: FORTALEZA

CEP: 60.410-426

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 4.229.657

sobre o assunto. No segundo encontro, os alunos irão responder a um pré-teste, em sala de aula, a fim de verificar se sabem fazer gráficos do MHS, a partir dos dados fornecidos pelo professor (pesquisador). Em seguida, irão para o Laboratório de Informática Aplicada à Educação (LIAED), para utilizar o OA, que está sendo implementado no software livre GeoGebra. Os alunos vão fazer simulações dos gráficos que foram desenhados sobre o MHS. No terceiro encontro, aplicar-se-á um pós-teste, para ver os resultados após o uso do OA. No quarto e último encontro, será aplicado, em sala de aula, um questionário de satisfação, com perguntas abertas, tendo como finalidade obter resultados que permitam inferir se o uso do OA facilitou ou não a compreensão do conteúdo e, em que aspecto a ferramenta computacional influenciou na aprendizagem dos gráficos do MHS. Esse conteúdo já fora estudado em sala de aula, de forma expositiva. A fase de experimentação do OA será realizada no (LIAED) do IFCE, campus de Fortaleza. Os dados coletados serão analisados à luz da Taxonomia de Bloom. O estudo ampara-se nos pressupostos da aprendizagem ativa. Espera-se com esta pesquisa fazer os estudantes serem os protagonistas de sua própria aprendizagem, mediante a manipulação de simulações no ambiente computacional.

METODOLOGIA

A pesquisa é de natureza quali-quantitativa, configurando-se num estudo de caso descritivo e interpretativo. Os sujeitos investigados serão 19 alunos do Ensino Médio, do sexto período do Curso técnico de Telecomunicações, sendo 01 aluno com 16 anos de idade, 9 alunos na faixa-etária de 17 anos e 09 alunos com 18 anos de idade. Por se tratar de um público alvo, em que existem 1º alunos menores de idade. Em virtude de estarmos lidando com seres humanos, estamos submetendo este projeto ao Comitê de Ética (CEP).

As aulas práticas serão ministradas no Laboratório de Informática Aplicado à Educação (LIAED), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), campus de Fortaleza, objetivando extrair dados capazes de serem generalizados numa dada situação, para ampliar as reflexões sobre o ensino dos conteúdos de física, mais especificamente sobre o ensino do MHS. Visar-se-á, ainda, despertar diferentes percepções e atitudes na aprendizagem do aluno, por meio da ferramenta computacional OA. Almejar-se-á, ainda, suscitar uma aprendizagem por meio investigativo e, assim, facilitar as dificuldades na geração de gráficos do MHS.

Os dados serão analisados à luz da Taxonomia de Bloom, considerando que a Taxonomia de Bloom Revisada (TBR) apresenta uma organização hierárquica do conhecimento, onde para o aluno

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

CEP: 60.410-426

UF: CE **Município:** FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ



Continuação do Parecer: 4.229.657

alcançar determinado nível deve primeiro passar pelos estágios anteriores, podendo haver o recrutamento simultâneo de diferentes habilidades em certos casos. Há a diferenciação das ferramentas utilizadas no processo de ensino daquelas utilizadas no campo cognitivo dos receptores do conhecimento, possibilitando-se a concepção de um diagrama bidimensional. O uso dos parâmetro, dimensão do conhecimento: 1. Lembrar; 2. Entender; 3. Aplicar; 4. Analisar; 5. Avaliar e 6. Criar permitiram a verificação da extensão e do aprofundamento dos objetivos avaliados e quais outros conhecimentos poderão ser aperfeiçoados.

Os dados quantitativos referentes aos resultados da aplicação de "Peer Instruction" serão analisados utilizando o método de Hake (1998) para o ganho normalizado e o questionário será validado através do Alfa de Cronbach. Os dados qualitativos serão analisados segundo os critérios estabelecidos por Novak (1984) para a avaliação de mapas conceituais. Desfecho Primário: Esperasse que os alunos, ao final da pesquisa, demonstrem uma evolução conceitual com relação à Física Moderna. Bem como apresentem indícios de que houve uma aprendizagem significativa dos assuntos abordados.

O Objeto de Aprendizagem (OA) é um ambiente computacional implementado no software "GeoGebra", para os alunos fazerem simulações de gráficos.

A simulação será realizada no Laboratório de Informática Aplicada a Educação (LIAED) do IFCE, Campus de Fortaleza.

Os procedimentos metodológicos abordados pelo professor estão amparados em metodologias ativas de aprendizagem, buscando levar o aluno a ser o investigador do conhecimento dado.

O estudo de caso se dará ao longo de 4 encontros de 2 horas/aula, cada encontro: no primeiro encontro, no dia 16/09, em sala de aula, será apresentado aos alunos os objetivos do trabalho e como deverá ser desenvolvido. Em seguida, aplicar-se-á um questionário com perguntas abertas, sobre o conhecimento conceitual do assunto MHS. Isto servirá para avaliar o nível de conhecimento prévio que os mesmos trazem sobre o assunto. No segundo encontro, no dia 21/09, os alunos irão responder a um pré-teste, em sala de aula, a fim de verificar se sabem fazer gráficos do MHS, a partir dos dados fornecidos pelo professor (pesquisador). Em seguida, irão para o Laboratório de Informática Aplicada à Educação (LIAED), para utilizar o OA, que está sendo implementado no software livre GeoGebra. Os alunos vão fazer simulações dos gráficos que foram desenhados sobre o MHS. No terceiro encontro, no dia 24/09 aplicar-se-á um pós-teste, em sala de aula, para ver os resultados após o uso do OA. No quarto e último encontro, no dia 28/09, será aplicado, em sala de aula, um questionário de satisfação, com perguntas abertas, tendo como finalidade obter

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

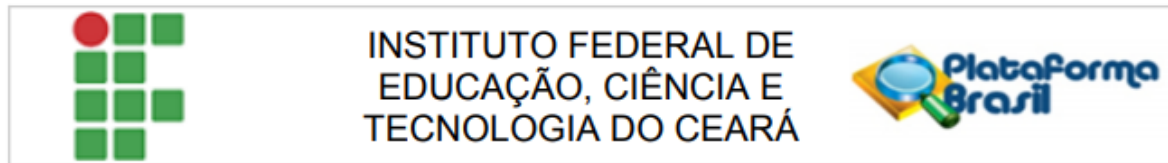
UF: CE

Município: FORTALEZA

CEP: 60.410-426

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 4.229.657

resultados que permitam inferir se o uso do OA facilitou ou não a compreensão do conteúdo e, em que aspecto a ferramenta computacional influenciou na aprendizagem dos gráficos do MHS. Esse conteúdo já fora estudado em sala de aula, de forma expositiva. Cada instrumento levará 1 hora e 30 minutos, no máximo, para responder e o uso do OA, levará 1 hora e 45 minutos.

Durante a realização da pesquisa, o pesquisador se prontifica a prestar assistência de natureza psicológica, física e atendimento médico ao participante, durante a prática no laboratório e em sala de aula, prestando o devido socorro e acompanhamento até uma unidade de saúde mais próxima para providências.

Desta forma, será possível responder ao objetivo geral do estudo que é o de analisar se o uso do Objeto de Aprendizagem (OA) contribui para a compreensão do MHS, a partir da concepção da Metodologia Ativa (tipo ISLE). Ao mesmo tempo buscará responder a seguinte pergunta de partida: o uso do Objeto de Aprendizagem (OA) contribui para a compreensão do MHS, a partir da abordagem da Metodologia Ativa? Abaixo, serão inseridas as telas que foram geradas no software livre GeoGebra (Figura 5), que os alunos utilizarão para a elaboração dos gráficos em MHS, feitos por eles no papel.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Geral

Analisar se o uso do Objeto de Aprendizagem (OA) contribui para a compreensão do MHS, a partir da abordagem da Metodologia Ativa (tipo ISLE).

Para tanto, estruturou-se uma sequência didática baseada na Metodologia ISLE, na disciplina de Física, visando auxiliar o aluno na compreensão dos fenômenos físicos envolvidos no Movimento Harmônico Simples (MHS).

Para alcançar o objetivo central do estudo e em função da hipótese elencada, delimitam-se os objetivos específicos descritos a seguir:

Objetivos específicos

- Investigar a influência de um Objeto de Aprendizagem na compreensão dos alunos a respeito dos gráficos do Movimento Harmônico Simples (MHS).
- Verificar as opiniões dos alunos a respeito da utilização de uma metodologia de aprendizagem

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

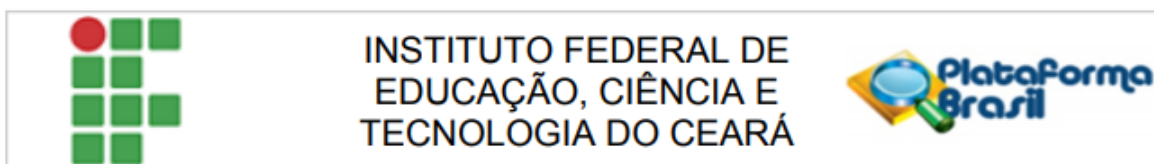
CEP: 60.410-426

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 4.229.657

ativa que promova uma abordagem investigativa dos fenômenos físicos.

- Avaliar a aprendizagem dos gráficos de Movimento Harmônico Simples (MHS), através das respostas dos alunos aos questionários abertos e dos pré-testes e póstestes, depois do uso do OA.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Desconfortos e riscos:

Você não deve participar deste estudo caso se sinta incomodado(a) ou constrangido(a) de qualquer forma e não precisa responder a nem um instrumento apresentado no cronograma citado anteriormente e nem participar do uso do OA no laboratório. Caso não se sinta à vontade em ser fotografado, você deverá comunicar ao pesquisador que não desejará ser fotografado.

Os riscos que esta pesquisa oferece são considerados mínimos e decorrem em responder os questionários, pré-teste, pós-teste e utilizar o OA no laboratório de informática, que podem gerar algum tipo de constrangimento, desconforto, estresse, danos à dimensão física, psíquica, moral ou cansaço. No entanto, para minimizar os desconfortos e riscos, o pesquisador garante a confidencialidade das respostas e dos dados coletados, minimizando possíveis riscos à dignidade do participante, durante a fase experimental da pesquisa e estará pronto para solucionar todos os riscos decorrentes, contando com os profissionais da coordenação pedagógica da instituição. Caso venha a sentir-se constrangido com algum procedimento anteriormente citado, você terá a liberdade de deixar de participar do estudo em qualquer momento, sem haver prejuízo para a sua conduta.

Benefícios:

Você terá a oportunidade de fazer simulações no computador do conteúdo abordado em sala de aula tradicional, em que o professor utiliza somente quadro branco e pincel. No caso, o participante terá um aprendizado prático utilizando um Objeto de Aprendizagem (OA). Isso o ajudará na compreensão do conteúdo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto de Qualificação, no curso de Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Matemática, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados: Informações Básicas do Projeto; TCLE, TCLE para os pais, TALE, Projeto,

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

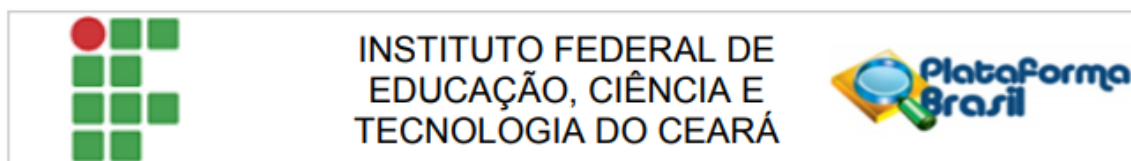
CEP: 60.410-426

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 4.229.657

Cronograma, Declaração de infraestrutura, Questionário (No projeto), Folha de rosto, Declaração de garantia de regresso dos benefícios da pesquisa, Declaração de compromisso de apresentação dos resultados, Orçamento

Recomendações:

Sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto não apresenta pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1460418.pdf	17/07/2020 10:02:21		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO.docx	17/07/2020 09:59:22	JOSE CARLOS FERREIRA BASTOS	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	17/07/2020 09:54:26	JOSE CARLOS FERREIRA BASTOS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEP.pdf	17/07/2020 09:53:36	JOSE CARLOS FERREIRA BASTOS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	17/07/2020 09:53:18	JOSE CARLOS FERREIRA BASTOS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.pdf	17/07/2020 09:52:48	JOSE CARLOS FERREIRA BASTOS	Aceito
Folha de Rosto	FOLHADEROSTO.pdf	17/07/2020 09:49:49	JOSE CARLOS FERREIRA BASTOS	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO.pdf	28/01/2020 11:28:49	JOSE CARLOS FERREIRA BASTOS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	TAUTORINFRA.pdf	28/01/2020 11:14:23	JOSE CARLOS FERREIRA BASTOS	Aceito
Declaração de concordância	DCOMPROMISSO.pdf	28/01/2020 11:12:14	JOSE CARLOS FERREIRA BASTOS	Aceito

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

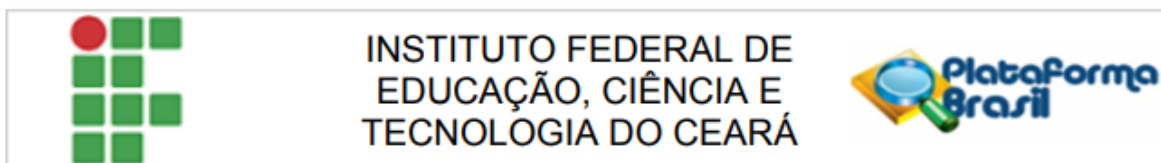
CEP: 60.410-426

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 4.229.657

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FORTALEZA, 21 de Agosto de 2020

Assinado por:
PAULO HENRIQUE NOBRE PARENTE
(Coordenador(a))

ANEXO C – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

INSTITUTO FEDERAL
CEARÁ
Campus Fortaleza

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TALE

**OBJETO DE APRENDIZAGEM (OA) NO ENSINO DO MOVIMENTO
HARMÔNICO SIMPLES (MHS): UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO METODOLOGIA
ATIVA
(tipo ISLE) NA DISCIPLINA DE FÍSICA**

Pesquisador: José Carlos Ferreira Bastos

Orientador: Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales

Você está sendo convidado(a) para participar como voluntário(a) da pesquisa "OBJETO DE APRENDIZAGEM (OA) NO ENSINO DO MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES (MHS): UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO METODOLOGIA", a ser realizada pelo pesquisador José Carlos Ferreira Bastos, telefone: [REDACTED]. Este documento visa assegurar direitos aos participantes e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Essa pesquisa tem por objetivo analisar se o uso do Objeto de Aprendizagem (OA) contribui para a compreensão do MHS, a partir da abordagem da Metodologia Ativa (tipo ISLE).

Entendemos que este estudo se justifica pela necessidade de oferecer aos alunos uma aprendizagem dos conteúdos de física no Ensino Médio, de forma que venha a ser ensinada não somente com aulas puramente expositivas, onde predomina a transmissão de conteúdos durante praticamente todo o tempo de aula em que o professor se utiliza apenas de recursos tradicionais, como quadro branco e pincel. Este tipo de ensino, tem deixado os estudantes desmotivados e desinteressados pelas aulas de física. Além de ser um conteúdo de difícil compreensão, o professor ainda insiste em continuar com práticas que não torna o aprendizado prazeroso para os estudantes. As Metodologias Ativas, por sua vez, integradas a Objetos de Aprendizagem (OA) suscita uma aprendizagem por meio investigativo, e não somente receptivo, visando ajudar ao estudante a compreender os conteúdos de física com menos dificuldades. Sendo assim, esta pesquisa visa contribuir com uma aprendizagem ativa e significativa, a partir do uso do Objeto de

Aprendizagem (OA) para auxiliar o aluno do ensino médio na compreensão do conteúdo Movimento Harmônico Simples (MHS).

Participando do estudo **você** está sendo convidado(a) a responder a dois questionários, um pré-teste e um pós-teste: Um questionário sobre o conhecimento prévio do assunto (MHS); Um pré-teste com a finalidade de constatar se os alunos sabem construir gráficos do MHS; Um pós-teste, para ver os resultados após o uso do Objeto de Aprendizagem (OA); Um questionário de satisfação, a fim de fazer uma avaliação geral dos alunos, depois do uso do OA. Também você deverá permitir em fazer parte dos registros fotográficos (fotos) da execução das etapas do projeto.

O estudo de caso se dará ao longo de 4 encontros de 2 horas/aula, cada encontro: no primeiro encontro, no dia 16/09, em sala de aula, será apresentado aos alunos os objetivos do trabalho e como deverá ser desenvolvido. Em seguida, aplicar-se-á um questionário com perguntas abertas, sobre o conhecimento conceitual do assunto MHS. Isto servirá para avaliar o nível de conhecimento prévio que os mesmos trazem sobre o assunto. No segundo encontro, no dia 21/09, os alunos irão responder a um pré-teste, em sala de aula, a fim de verificar se sabem fazer gráficos do MHS, a partir dos dados fornecidos pelo professor (pesquisador). Em seguida, irão para o Laboratório de Informática Aplicada à Educação (LIAED), para utilizar o OA que está sendo implementado no *software* livre GeoGebra. Os alunos vão fazer simulações dos gráficos que foram desenhados sobre o MHS. No terceiro encontro, no dia 24/09 aplicar-se-á um pós-teste, em sala de aula, para ver os resultados após o uso do OA. No quarto e último encontro, no dia 28/09, será aplicado, em sala de aula, um questionário de satisfação, com perguntas abertas, tendo como finalidade obter resultados que permitam inferir se o uso do OA facilitou ou não a compreensão do conteúdo e, em que aspecto a ferramenta computacional influenciou na aprendizagem dos gráficos do MHS. Esse conteúdo já fora estudado em sala de aula, de forma expositiva. Cada instrumento levará 1 hora e 30 minutos, no máximo, para responder e o uso do OA, levará 1 hora e 45 minutos.

O Objeto de Aprendizagem (OA) é um ambiente computacional implementado no *software* "GeoGebra", para os alunos fazerem simulações de gráficos.

A simulação será realizada no Laboratório de Informática Aplicada à Educação (LIAED) do IFCE, Campus de Fortaleza.

A investigação será realizada a partir do cronograma abaixo:

FASE	PERÍODO	
	Início	Término
Questionário – Conhecimento Prévio	16/09/2020	16/09/2020
Pré-teste	21/09/2020	21/09/2020
Pós-teste	24/09/2020	24/09/2020
Questionário de Satisfação	28/09/2020	28/09/2020

Participando do estudo você estará ciente de que haverá o registro de imagens (fotografias) com a permissão dos participantes, sem que seja mostrado o rosto, durante a fase experimental, realizada no laboratório. As imagens poderão constar na pesquisa, também com a sua permissão, e sua identidade será mantida em sigilo.

Os procedimentos metodológicos abordados pelo professor estão amparados em metodologias ativas de aprendizagem, buscando levar o aluno a ser o investigador do conhecimento dado.

Durante a realização da pesquisa, o pesquisador se prontifica a prestar assistência de natureza psicológica, física e atendimento médico ao participante, durante a prática no laboratório e em sala de aula, prestando o devido socorro e acompanhamento até uma unidade de saúde mais próxima para providências. Caso você não possa ou não queira mais participar da pesquisa, você poderá desistir de participar da pesquisa. De forma nenhuma você será prejudicado se desistir de participar dessa pesquisa, em qualquer uma das fases.

Para participar desta pesquisa, o responsável por você deverá autorizar e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Caso você venha a sentir-se constrangido com algum procedimento anteriormente citado, **você** terá a liberdade de deixar de participar do estudo em qualquer momento, sem haver prejuízo para a sua conduta.

Você terá a oportunidade de fazer simulações no computador do conteúdo abordado em sala de aula tradicional, em que o professor utiliza somente quadro branco e pincel. No caso, o participante terá um aprendizado prático utilizando um Objeto de Aprendizagem (OA). Isso o ajudará na compreensão do conteúdo.

Você não deve participar deste estudo caso se sinta incomodado(a) ou constrangido(a) de qualquer forma e não precisa responder a nem um instrumento apresentado no cronograma citado anteriormente e nem participar da utilização do OA no laboratório. Todas as suas respostas serão excluídas da pesquisa, caso você venha a desistir de participar.

Os riscos que esta pesquisa oferece são considerados mínimos e decorrem em responder os questionários, pré-teste, pós-teste e utilizar o OA no laboratório de informática, que podem gerar algum tipo de constrangimento, desconforto, estresse, danos à dimensão física, psíquica, moral ou cansaço. No entanto, para minimizar os desconfortos e riscos, o pesquisador garante a confidencialidade das respostas e dos dados coletados, minimizando possíveis riscos à dignidade do participante, durante a fase experimental da pesquisa e estará pronto para solucionar todos os riscos decorrentes, contando com os profissionais da coordenação pedagógica da instituição. Caso venha a sentir-se constrangido com algum procedimento anteriormente citado, **você** terá a liberdade de deixar de participar do estudo em qualquer momento, sem haver prejuízo para a sua conduta.

Você não deverá arcar com nenhum tipo de despesa em qualquer fase da pesquisa e terá direito ao ressarcimento das despesas diretamente decorrentes de sua participação na pesquisa, e à indenização pelos danos resultantes desta, nos termos da Lei.

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o pesquisador **José Carlos Ferreira Bastos**, por meio do telefone: [REDACTED] ou pelo e-mail: [REDACTED]. Ou no endereço: Av. Treze de Maio, 2081, Benfica, Fortaleza/ CE.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre a sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFCE das 08:00hs às 12:00hs e das 13:00hs às 17:00hs no IFCE Reitoria - R. Jorge Dumar, 1703 - Jardim América, Fortaleza - CE, 60410-426; fone (85) 34012332 e-mail: cep@ifce.edu.br.

Eu, _____, fui informado (a) sobre a pesquisa, ficando claro quais são os objetivos, os procedimentos a serem realizados, as garantias de confiabilidade e os esclarecimentos permanentes. Nesses termos, concordo voluntariamente em participar desta pesquisa, desde que possa retirar meu consentimento a qualquer momento sem penalidade ou prejuízos de qualquer natureza. Recebi uma cópia

deste termo de assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

deste termo de assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Fortaleza, _____ de _____ de _____.

Assinatura do participante

José Carlos Ferreira Bastos
Pesquisador

**ANEXO D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TALE
ALUNO MAIOR DE IDADE**



**INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Ceará**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**OBJETO DE APRENDIZAGEM (OA) NO ENSINO DO MOVIMENTO HARMÔNICO
SIMPLES (MHS): UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO METODOLOGIA ATIVA
(tipo ISLE) NA DISCIPLINA DE FÍSICA**

Pesquisador: José Carlos Ferreira Bastos

Orientador: Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales

1. Identificação

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) da pesquisa **"OBJETO DE APRENDIZAGEM (OA) NO ENSINO DO MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES (MHS): UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO METODOLOGIA ATIVA (tipo ISLE) NA DISCIPLINA DE FÍSICA"**, a ser realizada pelo pesquisador José Carlos Ferreira Bastos, telefone [REDACTED]. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar direitos aos participantes e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Leia atentamente todo o documento, se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este termo para casa, a fim de ler com calma e consultar seus familiares ou outras pessoas quando achar necessário. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo, caso não aceite participar ou retirar a sua autorização em qualquer momento.

2. Justificativa e objetivos:

Entendemos que este estudo se justifica pela necessidade de oferecer aos alunos uma aprendizagem dos conteúdos de física no Ensino Médio, de forma que venha a ser ensinada não somente com aulas puramente expositivas, onde predomina a transmissão de conteúdos durante praticamente todo o tempo de aula em que o professor se utiliza apenas de recursos tradicionais, como quadro branco e pincel. Este tipo de ensino, tem deixado os estudantes desmotivados e desinteressados pelas aulas de física. Além de ser um conteúdo de difícil compreensão, o professor ainda

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____



insiste em continuar com práticas que não torna o aprendizado prazeroso para os estudantes. As Metodologias Ativas, por sua vez, integradas a Objetos de Aprendizagem (OA) suscita uma aprendizagem por meio investigativo, e não somente receptivo, visando ajudar ao estudante a compreender os conteúdos de física com menos dificuldades. Sendo assim, esta pesquisa visa contribuir com uma aprendizagem ativa e significativa, a partir do uso do Objeto de Aprendizagem (OA) para auxiliar o aluno do ensino médio na compreensão do conteúdo Movimento Harmônico Simples (MHS).

O objetivo geral da pesquisa é analisar se o uso do Objeto de Aprendizagem (OA) contribui para a compreensão do MHS, a partir da abordagem da Metodologia Ativa (tipo ISLE).

Objetivos Específicos:

- Investigar a influência de um Objeto de Aprendizagem na compreensão dos alunos a respeito dos gráficos do Movimento Harmônico Simples (MHS).
- Verificar as opiniões dos alunos a respeito da utilização de uma metodologia de aprendizagem ativa que promova uma abordagem investigativa dos fenômenos físicos.
- Avaliar a aprendizagem dos gráficos de Movimento Harmônico Simples (MHS), através das respostas dos alunos aos questionários abertos e dos pré-testes e pós-testes, depois do uso do OA.

3. Procedimentos:

Participando do estudo **você** está sendo convidado(a) a responder a dois questionários, um pré-teste e um pós-teste: Um questionário sobre o conhecimento prévio do assunto (MHS); Um pré-teste com a finalidade de constatar se os alunos sabem construir gráficos do MHS; Um pós-teste, para ver os resultados após o uso do Objeto de Aprendizagem (OA); Um questionário de satisfação, a fim de fazer uma avaliação geral dos alunos, depois do uso do OA. Também você deverá permitir em fazer parte dos registros fotográficos (fotos) da execução das etapas do projeto.

O estudo de caso se dará ao longo de 4 encontros de 2 horas/aula, cada encontro: no primeiro encontro, no dia 16/09, em sala de aula, será apresentado

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____



aos alunos os objetivo do trabalho e como deverá ser desenvolvido. Em seguida, aplicar-se-á um questionário com perguntas abertas, sobre o conhecimento conceitual do assunto MHS. Isto servirá para avaliar o nível de conhecimento prévio que os mesmos trazem sobre o assunto. No segundo encontro, no dia 21/09, os alunos irão responder a um pré-teste, em sala de aula, a fim de verificar se sabem fazer gráficos do MHS, a partir dos dados fornecidos pelo professor (pesquisador). Em seguida, irão para o Laboratório de Informática Aplicada à Educação (LIAED), para utilizar o OA, que está sendo implementado no *software* livre GeoGebra. Os alunos vão fazer simulações dos gráficos que foram desenhados sobre o MHS. No terceiro encontro, no dia 24/09 aplicar-se-á um pós-teste, em sala de aula, para ver os resultados após o uso do OA. No quarto e último encontro, no dia 28/09, será aplicado, em sala de aula, um questionário de satisfação, com perguntas abertas, tendo como finalidade obter resultados que permitam inferir se o uso do OA facilitou ou não a compreensão do conteúdo e, em que aspecto a ferramenta computacional influenciou na aprendizagem dos gráficos do MHS. Esse conteúdo já fora estudado em sala de aula, de forma expositiva. Cada instrumento levará 1 hora e 30 minutos, no máximo, para responder e o uso do OA, levará 1 hora e 45 minutos.

O Objeto de Aprendizagem (OA) é um ambiente computacional implementado no software "GeoGebra", para os alunos fazerem simulações de gráficos.

A simulação será realizada no Laboratório de Informática Aplicada a Educação (LIAED) do IFCE, Campus de Fortaleza.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

A investigação será realizada conforme o cronograma abaixo:

FASE	PERÍODO	
	Início	Término
Questionário – Conhecimento Prévio	16/09/2020	16/09/2020
Pré-teste	21/09/2020	21/09/2020
Pós-teste	24/09/2020	24/09/2020
Questionário de Satisfação	28/09/2020	28/09/2020

Participando do estudo você estará ciente de que haverá o registro de imagens (fotografias) com a permissão dos participantes, sem que seja mostrado o rosto, durante a fase experimental, realizada no laboratório. As imagens poderão constar na pesquisa, também com a sua permissão, e sua identidade será mantida em sigilo.

Os procedimentos metodológicos abordados pelo professor estão amparados em metodologias ativas de aprendizagem, buscando levar o aluno a ser o investigador do conhecimento dado.

Durante a realização da pesquisa, o pesquisador se prontifica a prestar assistência de natureza psicológica, física e atendimento médico ao participante, durante a prática no laboratório e em sala de aula, prestando o devido socorro e acompanhamento até uma unidade de saúde mais próxima para providências. Caso você não possa ou não queira mais participar da pesquisa, você poderá desistir de participar da pesquisa. De forma nenhuma você será prejudicado se desistir de participar dessa pesquisa, em qualquer uma das fases.

4. Desconfortos e riscos:

Você não deve participar deste estudo caso se sinta incomodado(a) ou constrangido(a) de qualquer forma e não precisa responder a nem um instrumento apresentado no cronograma citado anteriormente e nem participar do uso do OA no

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____



laboratório. Caso não se sinta à vontade em ser fotografado, você deverá comunicar ao pesquisador que não desejará ser fotografado.

Os riscos que esta pesquisa oferece são considerados mínimos e decorrem em responder os questionários, pré-teste, pós-teste e utilizar o OA no laboratório de informática, que podem gerar algum tipo de constrangimento, desconforto, estresse, danos à dimensão física, psíquica, moral ou cansaço. No entanto, para minimizar os desconfortos e riscos, o pesquisador garante a confidencialidade das respostas e dos dados coletados, minimizando possíveis riscos à dignidade do participante, durante a fase experimental da pesquisa e estará pronto para solucionar todos os riscos decorrentes, contando com os profissionais da coordenação pedagógica da instituição. Caso venha a sentir-se constrangido com algum procedimento anteriormente citado, **você** terá a liberdade de deixar de participar do estudo em qualquer momento, sem haver prejuízo para a sua conduta.

5. Benefícios:

Você terá a oportunidade de fazer simulações no computador do conteúdo abordado em sala de aula tradicional, em que o professor utiliza somente quadro branco e pincel. No caso, o participante terá um aprendizado prático utilizando um Objeto de Aprendizagem (OA). Isso o ajudará na compreensão do conteúdo.

6. Acompanhamento e assistência:

Durante a realização da pesquisa, o pesquisador se prontifica a prestar assistência de natureza psicológica, física e atendimento médico ao participante, durante a prática no laboratório e em sala de aula, prestando o devido socorro e acompanhamento até uma unidade de saúde mais próxima para providências. Caso você queira desistir de participar da pesquisa, as respostas coletadas serão excluídas. De forma nenhuma você será prejudicado se desistir de participar dessa pesquisa.

7. Sigilo e privacidade:

Você terá a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____



INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Ceará

pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

O material coletado durante a pesquisa: dois questionários, pré-teste, pós-teste e as fotografias do ambiente (Laboratório) e dos participantes ficarão armazenados em arquivo digital, sob a responsabilidade do pesquisador José Carlos Ferreira Bastos, por um período de 5 (cinco) anos, após a conclusão da pesquisa, conforme a Resolução 466/12, XI.2, item f. do CEP/CONEP.

8. Ressarcimento e Indenização:

Você não deverá arcar com nenhum tipo de despesa em qualquer fase da pesquisa e terá direito ao ressarcimento das despesas diretamente decorrentes de sua participação na pesquisa, e à indenização pelos danos resultantes desta, nos termos da Lei.

9. Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o pesquisador **José Carlos Ferreira Bastos**, por meio do telefone [REDACTED] ou pelo e-mail [REDACTED]. Ou no endereço: Av. Treze de Maio, 2081, Benfica, Fortaleza/ CE.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre a sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFCE das 08:00hs às 12:00hs e das 13:00hs às 17:00hs no IFCE Reitoria - R. Jorge Dumar, 1703 - Jardim América, Fortaleza - CE, 60410-426; fone (85) 34012332 e-mail: cep@ifce.edu.br .

O sistema CEP-CONEP foi instituído em 1996 para proceder a análise ética de projetos de pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil. Este processo é baseado em uma série de resoluções e normativas deliberados pelo Conselho Nacional de Saúde (CNS), órgão vinculado ao Ministério da Saúde.

10. Consentimento livre e esclarecido:

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____



Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar da pesquisa e declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas:

Nome _____ do(a) _____ participante: _____

Contato telefônico (opcional): _____

e-mail (opcional): _____

Nome e assinatura do participante _____

Data: ____/____/____.

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da **resolução 510/2016** CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Nome do(a) pesquisador(a): _____

Assinatura do pesquisador _____

Data: ____/____/____.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

**ANEXO E – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO TCLE
APRESENTADO AOS RESPONSÁVEIS**



**INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Ceará**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**OBJETO DE APRENDIZAGEM (OA) NO ENSINO DO MOVIMENTO HARMÔNICO
SIMPLES (MHS): UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO METODOLOGIA ATIVA
(tipo ISLE) NA DISCIPLINA DE FÍSICA**

Pesquisador: José Carlos Ferreira Bastos

Orientador: Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales

1. Identificação

Seu/sua filho(a) está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) da pesquisa **“OBJETO DE APRENDIZAGEM (OA) NO ENSINO DO MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES (MHS): UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO METODOLOGIA ATIVA (tipo ISLE) NA DISCIPLINA DE FÍSICA”**, realizada pelo pesquisador José Carlos Ferreira Bastos, telefone: (85) 986081709. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, ar direitos aos participantes e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Leia atentamente todo o documento, se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode

levar este termo para casa, a fim de ler com calma e consultar seus familiares ou outras pessoas quando achar necessário. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo, caso não autorizar seu/sua filho(a) a participar ou retirar a sua autorização em qualquer momento.

2. Justificativa e objetivos:

Entendemos que este estudo se justifica pela necessidade de oferecer aos alunos uma aprendizagem dos conteúdos de física no Ensino Médio, de forma que venha a ser ensinada não somente com aulas puramente expositivas, onde predomina a transmissão de conteúdos durante praticamente todo o tempo de aula em que o professor se utiliza apenas de recursos tradicionais, como quadro branco e pincel.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____



Este tipo de ensino, tem deixado os estudantes desmotivados e desinteressados pelas aulas de física. Além de ser um conteúdo de difícil compreensão, o professor ainda insiste em continuar com práticas que não torna o aprendizado prazeroso para os estudantes. As Metodologias Ativas, por sua vez, integradas a Objetos de Aprendizagem (OA) suscita uma aprendizagem por meio investigativo, e não somente receptivo, visando ajudar ao estudante a compreender os conteúdos de física com menos dificuldades. Sendo assim, esta pesquisa visa contribuir com uma aprendizagem ativa e significativa, a partir do uso do Objeto de Aprendizagem (OA) para auxiliar o aluno do ensino médio na compreensão do conteúdo Movimento Harmônico Simples (MHS).

O objetivo é analisar se o uso do Objeto de Aprendizagem (OA) contribui para a compreensão do MHS, a partir da abordagem da Metodologia Ativa (tipo ISLE).

Objetivos Específicos:

- Investigar a influência de um Objeto de Aprendizagem na compreensão dos alunos a respeito dos gráficos do Movimento Harmônico Simples (MHS).
- Verificar as opiniões dos alunos a respeito da utilização de uma metodologia de aprendizagem ativa que promova uma abordagem investigativa dos fenômenos físicos.
- Avaliar a aprendizagem dos gráficos de Movimento Harmônico Simples (MHS), através das respostas dos alunos aos questionários abertos e dos pré-testes e pós-testes, depois do uso do OA.

3. Procedimentos:

Participando do estudo **seu/sua filho(a)** estará sendo convidado(a) a responder a dois questionários, um pré-teste e um pós-teste: Um questionário sobre o conhecimento prévio do assunto (MHS); Um pré-teste com a finalidade de constatar se os alunos sabem construir gráficos do MHS; Um pós-teste, para ver os resultados após o uso do Objeto de Aprendizagem (OA); Um questionário de satisfação, a fim de

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____



fazer uma avaliação geral dos alunos, depois do uso do OA. Também deverá permitir em fazer parte dos registros fotográficos (fotos) da execução das etapas do projeto.

O estudo de caso se dará ao longo de 4 encontros de 2 horas/aula, cada encontro: no primeiro encontro, no dia 16/09, em sala de aula, será apresentado aos alunos os objetivos do trabalho e como deverá ser desenvolvido. Em seguida, aplicar-se-á um questionário com perguntas abertas, sobre o conhecimento conceitual do assunto MHS. Isto servirá para avaliar o nível de conhecimento prévio que os mesmos trazem sobre o assunto. No segundo encontro, no dia 21/09, os alunos irão responder a um pré-teste, em sala de aula, a fim de verificar se sabem fazer gráficos do MHS, a partir dos dados fornecidos pelo professor (pesquisador). Em seguida, irão para o Laboratório de Informática Aplicada à Educação (LIAED), para utilizar o AO, que está sendo implementado no *software* livre GeoGebra. Os alunos vão fazer simulações dos gráficos que foram desenhados sobre o MHS. No terceiro encontro, no dia 24/09 aplicar-se-á um pós-teste, em sala de aula, para ver os resultados após o uso do OA. No quarto e último encontro, no dia 28/09, será aplicado, em sala de aula, um questionário de satisfação, com perguntas abertas, tendo como finalidade obter resultados que permitam inferir se o uso do OA facilitou ou não a compreensão do conteúdo e, em que aspecto a ferramenta computacional influenciou na aprendizagem dos gráficos do MHS. Esse conteúdo já fora estudado em sala de aula, de forma expositiva. Cada instrumento levará 1 hora e 30 minutos, no máximo, para responder e o uso do OA, levará 1 hora e 45 minutos.

O Objeto de Aprendizagem (OA) é um ambiente computacional implementado no *software* "GeoGebra", para os alunos fazerem simulações de gráficos.

A simulação será realizada no Laboratório de Informática Aplicada à Educação (LIAED) do IFCE, Campus de Fortaleza.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____



A investigação será realizada conforme o cronograma abaixo:

FASE	PERÍODO	
	Início	Término
Questionário – Conhecimento Prévio	16/09/2020	16/09/2020
Pré-teste	21/09/2020	21/09/2020
Pós-teste	24/09/2020	24/09/2020
Questionário de Satisfação	28/09/2020	28/09/2020

Participando do estudo você estará ciente de que haverá o registro de imagens (fotografias) dos participantes, sem que seja mostrado o rosto, durante a fase experimental realizada no laboratório. As imagens poderão constar na pesquisa, e sua identidade será mantida em sigilo.

Os procedimentos metodológicos abordados pelo professor estão amparados em metodologias ativas de aprendizagem, buscando levar o aluno a ser o investigador do conhecimento dado.

Durante a realização da pesquisa, o pesquisador se prontifica a prestar assistência de natureza psicológica, física e atendimento médico ao participante, durante a prática no laboratório, prestando o devido socorro e acompanhamento até uma unidade de saúde mais próxima para providências. Caso você não possa ou não queira mais participar da pesquisa. De forma nenhuma você será prejudicado se desistir de participar dessa pesquisa, em qualquer uma das fases.

4. Desconfortos e riscos:

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____



Seu/sua filho(a) não deve participar deste estudo caso se sinta incomodado(a) ou constrangido(a) de qualquer forma e não precisa responder a nem um instrumento apresentado no cronograma citado anteriormente e nem participar do uso do OA no laboratório. Caso ele(a) não se sinta à vontade em ser fotografado, ele(a) deverá comunicar ao pesquisador que não desejará ser fotografado (a).

Os riscos que esta pesquisa oferece são considerados mínimos e decorrem em responder os questionários, pré-teste, pós-teste e utilizar o OA no laboratório de informática, que podem gerar algum tipo de constrangimento, desconforto, estresse, danos à dimensão física, psíquica, moral ou cansaço. No entanto, para minimizar os desconfortos e riscos, o pesquisador garante a confidencialidade das respostas e dos dados coletados, minimizando possíveis riscos à dignidade do participante, durante a fase experimental da pesquisa e estará pronto para solucionar todos os riscos decorrentes, contando com os profissionais da coordenação pedagógica da instituição. Caso venha a sentir-se constrangido com algum procedimento anteriormente citado, seu filho(a) terá a liberdade de deixar de participar do estudo em qualquer momento, sem haver prejuízo para a sua conduta.

5. Benefícios:

Seu/sua filho(a) terá a oportunidade de fazer simulações no computador do conteúdo abordado em sala de aula tradicional, em que o professor utiliza somente quadro branco e pincel. No caso, o participante terá um aprendizado prático utilizando um Objeto de Aprendizagem (OA). Isso o ajudará na compreensão do conteúdo.

6. Acompanhamento e assistência:

Durante a realização da pesquisa, o pesquisador se prontifica a prestar assistência de natureza psicológica, física e atendimento médico ao participante, durante a prática no laboratório e em sala de aula, prestando o devido socorro e acompanhamento até uma unidade de saúde mais próxima para providências. Caso **seu/sua filho(a)** não possa ou não queira mais participar da pesquisa, você/ele poderá

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____



comunicar ao pesquisador. De forma nenhuma **seu/sua filho(a)** será prejudicado(a) se desistir de participar dessa pesquisa. As respostas coletadas serão excluídas.

7. Sigilo e privacidade:

Seu/sua filho(a) terá a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

O material coletado durante a pesquisa: dois questionários, pré-teste, pós-teste e as fotografias do ambiente (Laboratório) e dos participantes ficarão armazenados em arquivo digital, sob a responsabilidade do pesquisador José Carlos Ferreira Bastos, por um período de 5 (cinco) anos, após a conclusão da pesquisa, conforme a Resolução 466/12, XI.2, item f. do CEP/CONEP

8. Ressarcimento e indenização:

Seu/sua filho(a) não deverá arcar com nenhum tipo de despesa em qualquer fase da pesquisa e terá direito ao ressarcimento das despesas diretamente decorrentes de sua participação na pesquisa, e à indenização pelos danos resultantes desta, nos termos da Lei.

9. Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o pesquisador **José Carlos Ferreira Bastos**, por meio do telefone [REDACTED] ou pelo e-mail [REDACTED].r. Ou no endereço: Av. Treze de Maio, 2081, Benfica, Fortaleza/ CE

Em caso de denúncias ou reclamações sobre a participação do **seu/sua filho(a)** sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFCE das 08:00hs às 12:00hs e das 13:00hs às 17:00hs no IFCE Reitoria - R. Jorge Dumar, 1703 - Jardim América, Fortaleza - CE, 60410-426; fone (85) 34012332 e-mail: cep@ifce.edu.br.

O sistema CEP-CONEP foi instituído em 1996 para proceder a análise ética de projetos de pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil. Este processo é

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____



baseado em uma série de resoluções e normativas deliberados pelo Conselho Nacional de Saúde (CNS), órgão vinculado ao Ministério da Saúde.

10. Consentimento livre e esclarecido:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, eu autorizo a participação na pesquisa do(a) meu/minha filho(a) menor de idade, e declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas:

Nome do(a) responsável:

Contato telefônico (opcional):

e-mail (opcional):

Nome e assinatura do seu (RESPONSÁVEL LEGAL)

Data: ____/____/____.

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da **resolução 510/2016** CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Nome do(a) pesquisador(a):

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____



**INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
Ceará

Assinatura do pesquisador

Data: ____/____/____.

Rubrica do pesquisador:_____

Rubrica do participante:_____