



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

**FRANCISCO EDILBERTO RODRIGUES DE FARIAS**

**CONCEPÇÕES SOBRE O MOVIMENTO OSCILATÓRIO DO PÊNULO FÍSICO**  
**NO ENSINO MÉDIO**

**FORTALEZA**  
**2021**

**FRANCISCO EDILBERTO RODRIGUES DE FARIAS**

**CONCEPÇÕES SOBRE O MOVIMENTO OSCILATÓRIO DO PÊNULO FÍSICO  
NO ENSINO MÉDIO**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Física do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Marcos Antônio Araújo Silva.

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- F238c Farias, Francisco Edilberto Rodrigues de.  
Concepções sobre o Movimento Oscilatório do pêndulo físico no ensino médio / Francisco Edilberto Rodrigues de Farias. – 2021.  
46 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Física, Fortaleza, 2021.  
Orientação: Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva.
1. Ensino de Física. 2. Metodologia de aprendizagem. 3. Atividade experimental. 4. Pêndulo físico. I. Título.

CDD 530

---

**FRANCISCO EDILBERTO RODRIGUES DE FARIAS**

**CONCEPÇÕES SOBRE O MOVIMENTO OSCILATÓRIO DO PÊNULO FÍSICO  
NO ENSINO MÉDIO**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Física do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Física.

Aprovada em: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Nildo Loiola Dias  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Fernando Wellysson de Alencar Sobreira  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

A Deus e toda minha família.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos amigos que conquistei durante o período das aulas da graduação e pelo compartilhamento de conhecimentos em sala de aula.

À minha família e em especial minha mãe Eula Rodrigues de Farias que sempre esteve presente dando todo apoio e incentivo para que pudesse concluir este trabalho.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva pelas sugestões, observações e dedicação de tempo deste trabalho.

Aos professores Francisco Herbert Lima Vasconcelos e Nildo Loiola Dias.

Ao meu amigo, Jardel Oliveira, que conquistei durante todo esse tempo na Universidade.

À UFC pelo apoio dado, cuja existência e organização possibilita o aperfeiçoamento de muitos profissionais.

“O ideal da educação não é aprender ao máximo, maximizar os resultados, mas é antes de tudo aprender a aprender, é aprender a se desenvolver e aprender a continuar a se desenvolver depois da escola.” (PIAGET, 1974b, p. 353).

## RESUMO

O conteúdo de Movimento Oscilatório ainda é pouco discutido em pesquisas na área de ensino, entretanto os alunos apresentam dificuldades na aprendizagem e visualização espacial dos compostos. O presente trabalho trata-se de uma proposta de ensino utilizando as ferramentas colaborativas como o **KAHOOT** que busca minimizar as dificuldades de aprendizagem e motivar os estudantes no aprendizado dos conceitos vistos. Foi aplicada uma proposta didática para o estudo do pêndulo físico, atrelada a uma atividade gamificada, o público alvo foi composto por 8 professores do ensino médio de escolas públicas e privadas do município de Fortaleza-CE. Os dados foram obtidos através de um questionário aplicado aos docentes para avaliação da proposta didática. Os resultados obtidos foram bem positivos em relação à motivação dos professores para o uso das ferramentas e a contribuição no processo de ensino e aprendizagem. Após a análise dos dados obtidos, concluímos que o estudo mostrou uma potencialidade com o uso da ferramenta **KAHOOT** e que essa proposta poderá servir de mediadora na avaliação ou revisão de determinados assuntos no ensino de Física.

**Palavras-chave:** Ensino de Física. Metodologia de aprendizagem. Atividade experimental. Pêndulo Físico.

## ABSTRACT

The content of Oscillatory Movement is still little discussed in research in the teaching area, however students have difficulties in learning and spatial visualization of the compounds. The present work is a teaching proposal using collaborative tools such as KAHOOT that seeks to minimize learning difficulties and motivate students in learning the concepts seen. A didactic proposal was applied for the study of the physical pendulum, linked to a gamified activity, the target audience was composed of 8 high school teachers from public and private public schools in the city of Fortaleza -Ce. Data analysis was performed using a questionnaire applied to teachers to evaluate the didactic proposal. The results obtained were very positive in relation to the teachers' motivation to use the tools and their contribution to the teaching and learning process. After analyzing the data obtained, we concluded that the study showed a potential with the use of the KAHOOT tool and that this proposal could serve as a mediator in the evaluation or review of certain subjects in the teaching of Physics.

**Keywords:** Physics teaching. Learning methodology. Experimental activity. Physical Pendulum.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema massa mola .....	14
Figura 2 – Barra homogênea na horizontal.....	22
Figura 3 – Momento de inércia de alguns corpos.....	23
Figura 4 – O pêndulo físico .....	24
Figura 5 – Interface Kahoot .....	29
Figura 6 – Interface do quiz do Kahoot.....	30
Figura 7 – Pêndulo físico em repouso .....	32
Figura 8 – Arranjo experimental do Pêndulo Físico.....	33

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Pergunta 1.....	35
Gráfico 2 – Pergunta 2.....	36
Gráfico 3 – Pergunta 3.....	36
Gráfico 4 – Pergunta 4.....	37
Gráfico 5 – Pergunta 5.....	38
Gráfico 6 – Pergunta 6.....	39
Gráfico 7 – Pergunta 7.....	40
Gráfico 8 – Pergunta 8.....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Determinação da aceleração da gravidade .....	33
Tabela 02 – Total de perguntas e respostas .....	34
Tabela 03 – Resultado da pergunta 1.....	35
Tabela 04 – Resultado da pergunta 2.....	35
Tabela 05 – Resultado da pergunta 3.....	36
Tabela 06 – Resultado da pergunta 4.....	37
Tabela 07 – Resultado da pergunta 5.....	38
Tabela 08 – Resultado da pergunta 6.....	39
Tabela 09 – Resultado da pergunta 7.....	40
Tabela 10 – Resultado da pergunta 8.....	41

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\beta$       Beta

$\theta$       Teta

$\gamma$       Gama

$\sigma$       Sigma

$\beta$       Beta

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>O início do ensino experimental</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>Momento de Inércia</b> .....	<b>19</b>
<b>2.3</b>	<b>Teorema de Steiner</b> .....	<b>19</b>
<b>2.4</b>	<b>Teorema dos eixos perpendiculares</b> .....	<b>20</b>
<b>2.5</b>	<b>Momento de inércia de uma barra homogênea</b> .....	<b>21</b>
<b>2.6</b>	<b>Disco de raio R e massa M</b> .....	<b>22</b>
<b>2.7</b>	<b>Esfera de raio R e massa M</b> .....	<b>23</b>
<b>2.8</b>	<b>O pêndulo físico</b> .....	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>26</b>
<b>3.1</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>27</b>
<b>5</b>	<b>A PROPOSTA</b> .....	<b>28</b>
<b>5.1</b>	<b>O Kahoot</b> .....	<b>28</b>
<b>5.2</b>	<b>O quiz</b> .....	<b>30</b>
<b>5.3</b>	<b>Atividade experimental com o pêndulo físico</b> .....	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>34</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>43</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>44</b>
	<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS DOCENTES</b> .....	<b>45</b>

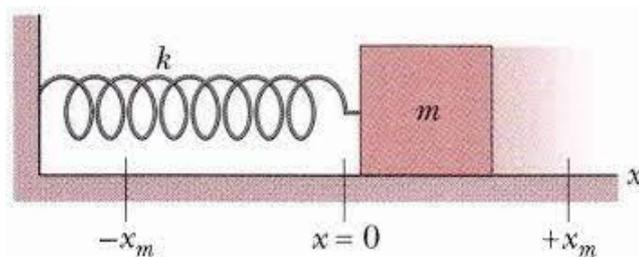
## 1 INTRODUÇÃO

As oscilações desempenham um papel fundamental na física, seja na mecânica, na acústica, na eletricidade e na ótica. Esta força é devida à tendência da mola de retornar ao seu estado original, sem deformações nem tensões internas.

O pêndulo simples é um sistema que executa oscilações harmônicas se afastado por pequenos deslocamentos de sua posição de equilíbrio.

Os sistemas oscilatórios desempenham um importante papel na física clássica, seja na mecânica, na acústica, eletricidade ou óptica. Um sistema massa-mola é um modelo simplificado do movimento harmônico simples (MHS): um corpo (massa), acoplado a outro corpo material (mola), é mantido em sua posição de equilíbrio, onde a mola se encontra sem deformações, portanto livre de tensões internas. Se deslocado de sua posição de equilíbrio, a massa sofre a ação de uma força restauradora linear que a força a retornar ao ponto de equilíbrio.

Figura 1 – Sistema massa mola.



Fonte: (Resnick Halliday, vol. 2. 2016, p 220. 10. ed.)

É preocupante no Brasil a situação atual do ensino de Física. No nível médio, essa preocupação é geral. Entre tantos problemas que influem direta ou indiretamente na qualidade deste ensino, pode-se destacar segundo (CARVALHO, 1996) os grandes números de professores não habilitados em Física, que lecionam disciplinas nesta área; a formação, frequentemente deficiente, do próprio professor com habilitação em Física; o não cumprimento dos programas face à inadequação do currículo à carga horária disponível; os maus salários pagos a docentes que se veem obrigados a lecionar um número excessivo horas-aulas semanais prejudicando seu desempenho profissional; a falta de infra estrutura das escolas evidenciada, entre outros fatos, pela inexistência de bibliotecas e laboratórios; a estagnação e o isolamento de muitos professores devido a dificuldades de acesso a periódicos, a livros didáticos, a cursos de treinamento e especialização e a pouca participação em simpósios e encontros; o número

reduzido de atividades de extensão universitária, na área de Física, voltadas ao professor do 2º grau e de ciências de 8º série.

Mas não para por aqui, outro fator preponderante não só para o ensino de Física mas para outras matérias também é a falta de base, ou seja, um ensino fundamental com qualidade que de aos alunos um poder maior de aprendizagem numa etapa tão importante da vida estudantil dos alunos. Pois é no ensino fundamental que os alunos começam realmente a aprender e a ganhar base para estudos futuros mais aprofundados. Segundo o que é proposto nos PCN (2000. p.4).

“A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos.

Isso implica, também, a introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão que envolve, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas.”

Uma das principais dificuldades enfrentadas pelos alunos no ensino de Física é entender o conceito da coisa tentando entender o porquê daquelas concepções. Para contornar essas dificuldades o professor deve trabalhar esse conceito Físico usando à vida cotidiana dos alunos e colocando situações físicas na prática para os alunos poderem analisar e discutir melhor o assunto deixando um pouco de lado o grande ‘hábito’ dos alunos de compilar uma substituição direta de fórmulas na questão e pronto passando para a próxima questão sem saber o porquê daquela resposta e se tem coerência o que ele fez.

Por consequência, da defasagem no aprendizado de Física nas Escolas Públicas e frente às novas propostas de ensino, faz-se necessária uma análise das metodologias aplicadas atualmente, com novos métodos de ensino/aprendizagem, que proporcione no educando uma habilidade cognitiva na compreensão e no estabelecimento de relações entre o conhecimento prévio e o novo conhecimento.

Podemos constatar que os alunos demonstram um desinteresse pela disciplina de Física, por fazerem uma associação de conceitos físicos com formalismo matemático exagerado, o que proporciona uma dificuldade de estruturação e assimilação de conceitos físicos. Espera-se que este trabalho contribua de forma significativa para a assimilação de diversos fenômenos da física clássica. O tema escolhido foi recorrente da ausência na literatura do ensino médio e da carência de materiais didáticos que auxiliassem na compreensão do assunto.

Para o desenvolvimento das atividades sobre o estudo do pêndulo físico, optou-se por uma metodologia de cunho investigativa com aulas expositivas, experimentais e virtuais (utilizando a ferramenta Kahoot). O produto educacional foi desenvolvido de forma online com professores de escolas públicas e privadas do Ceará, localizadas no município de Fortaleza. O trabalho foi realizado nas seguintes etapas:

- Aula expositiva referente aos movimentos oscilatórios e pêndulo físicos, com intuito de analisar os conhecimentos já construídos.
- Apresentação do Kahoot e sua utilização no laboratório de informática.
- Atividade experimental sobre o pêndulo físico.

A concepção dos conceitos físicos a respeito do movimento oscilatório impulsionou com as observações de Galileu, ao verificar que os candelabros da Catedral de Pisa oscilavam de forma isocrônica, que sua amplitude era independente do período de oscilação, dando início ao estudo das características de Movimento Harmônico Simples (MHS).

Para Galileu, o movimento dos corpos é imprescindível na observação e abordagem científica dos fenômenos naturais, inferindo-se que os movimentos são isócronos, natureza padrão de movimento repetitivo, para amplitudes pequenas, voltando praticamente ao ponto de partida e que o comprimento do pêndulo é proporcional ao período de oscilação.

Tais descobertas contribuíram significativamente nas áreas da Física e Astronomia, revolucionaram o meio científico e descrevem os fenômenos físicos através da linguagem matemática. Geymonat (1997, p. 16) descreve:

Galileu não busca uma matematização análoga àquela dos neoplatônicos que pretendiam encontrar nos números a essência dos fenômenos naturais. O que ele se propõe atingir através da matemática é, sobretudo, o rigor dos conceitos e deduções.

Galileu Galilei, ao assistir uma missa na Catedral de Pisa, ficou intrigado com o movimento dos candelabros, pois pareciam que, candelabros que possuem amplitudes maiores, levam o mesmo tempo para ir de um lado ao outro, que candelabros de amplitude menores, realizando experiências em sua casa de oscilações, desenvolveram o primeiro relógio de pêndulo (GEYMONAT, 1997).

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 O início do ensino experimental

A ênfase dada por Adolphe Ganot à abordagem experimental baseava-se na apresentação e descrição de equipamentos de demonstração. Era desse modo que se desenvolviam costumeiramente as atividades experimentais em todo o mundo, desde o início do século XIX até pelo menos o final dos anos 1950.

Essas atividades consistiam, basicamente, na apresentação dos equipamentos de demonstração apresentados pelos professores aos alunos em sala de aula durante a realização das atividades experimentais.

Alguns desses equipamentos, possibilitavam a realização de medidas e, portanto, de atividades quantitativas; outros, talvez a maioria, como o que se vê à esquerda, permitiam apenas abordagens qualitativas e conceituais.

Laboratórios de Física quase nunca existiam, pois a maior parte dos aparelhos de demonstração podia ser levado à sala de aula. Os equipamentos eram construídos artesanalmente e dimensões suficientemente grandes para que pudessem ser vistos a distância – o que os tornavam muito caros. Por isso, poucas escolas podiam dispor de um acervo significativo deles.

O uso de equipamentos de demonstração, apresentados e operados pelo professor, era a prática didática praticamente exclusiva na maioria das escolas naquela época e parte integrante de um modelo de ensino que, em pedagogia, se costuma chamar de ensino tradicional. Ele apresenta três características básicas:

- O professor destina a autoridade do saber: *magister dixit*

O aluno se mantinha em atitude passiva: dele se exigia exclusiva e / ou preferencialmente a memorização e a reprodução das palavras do professor ou do livro didático;

- Privilegiava-se o cumprimento do currículo, que obedecia a uma sequência de conteúdo consagrada pelos próprios livros didáticos ou imposta a eles e às escolas por regulamentações oficiais.

As atividades de laboratório favorecem o ensino e aprendizagem e são importantes para a formação do aluno. Vários estudiosos discutem essas possibilidades que promovem a aprendizagem significativa tornando o ensino dinâmico e motivador.

A primeira dessas condições é naturalmente o recurso aos métodos ativos, conferindo-se especial relevo à pesquisa espontânea da criança ou do adolescente e exigindo-se que toda a verdade a serA Inteligência Competitiva (IC) tem sido objeto de pesquisa tanto da Ciência da Administração (CA), como da Ciência da Informação (CI), [...] em função da globalização do mercado de capital e aumento da competitividade, o que motivou inclusive a emergência da gestão da informação e do conhecimentoadquirida seja reinventada pelo aluno, ou pelo menos reconstruída e não simplesmente transmitida. [...]. É evidente que o educador continua indispensável, a título de animador, para criar as situações e armar os dispositivos iniciais, capazes de suscitar problemas úteis à criança, e para organizar, em seguida, contra exemplos que levem à reflexão e obriguem ao controle das soluções demasiado apressadas: o que se deseja é que o professor deixe de ser apenas um conferencista e que estimule a pesquisa e o esforço, ao invés de se contentar com a transmissão de soluções já prontas. (PIAGET, 1974, p. 18).

A proposta experimento em sala de aula ou em um laboratório não é somente seguir um roteiro e chegar em um resultado, mas sim investigar e discutir os resultados para que se possa tirar conclusões acerca das leis e teorias.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais as atividades experimentais no ensino de Ciências devem ser dirigidas e:

É fundamental que as atividades práticas tenham garantido o espaço de reflexão, desenvolvimento e construção de ideias, ao lado de conhecimentos de procedimentos e atitudes. [...] Portanto, também durante a experimentação, a problematização é essencial para que os estudantes sejam guiados em suas observações. E, quando o professor ouve os estudantes, sabe quais suas interpretações e como podem ser instigados a olhar de outro modo para o objeto em estudo [...]. Mesmo nas demonstrações, a participação pode ser ampliada, desde que o professor solicite que os estudantes apresentem expectativas de resultados, expliquem aqueles obtidos e os comparem aos esperados. (BRASIL, 1998, p. 122).

A tecnologia da informação está atrelada a vários campos de pesquisa e no cotidiano das pessoas. No passado a pesquisa era realizada em livros e bibliotecas, hoje a internet domina o mundo. A informatização chega muito rápido nos ambientes escolares isso implica cada vez mais o aperfeiçoamento dos profissionais de educação.

Um laboratório de informática bem equipado no âmbito escolar, não implica que ocorra uma mudança conceitual nos alunos. Se o professor não tiver domínio do conteúdo e da tecnologia da informação, o aprendizado terá um viés tradicionalista sem rendimento.

Com os avanços tecnológicos ocorrido nos últimos anos o professor vem sentindo a necessidade de ter

A melhora no processo do uso deste tipo de recurso só será possível com o conhecimento e o aperfeiçoamento constante por parte dos profissionais envolvidos com a área de ensino. Sem a experiência e o conhecimento do que é possível fazer através do uso do computador, muito pouco pode ser melhorado em relação ao ensino baseado na pura transmissão de informação. (YAMAMOTO; BARBETA, 2001, p. 224).

## 2.2 Momento de inércia

Para o cálculo do momento de inércia de uma distribuição contínua de massas, devemos considerar o momento de inércia infinitesimal  $dI$  de uma quantidade de massa infinitesimal  $dm$  afastada de uma distância  $r$  em relação ao eixo de rotação. Neste caso, como a massa  $dm$  pode ser considerada como massa pontual, podemos escrever:  $dI = r^2 dm$ . Integrando essa equação, obtemos o momento de inércia total  $I$  do corpo em relação a um dado eixo de rotação.

$$I = \left[ \int r^2 dm \right] \quad (1)$$

Em que a integral se estende a todo o volume do corpo onde existe massa, e a distância  $r$  é a distância variável entre cada ponto do corpo e o eixo de rotação. Nossa atenção deve ser voltada para o cálculo do momento de inércia em relação a um eixo passando pelo centro de massa, o qual designaremos por  $I_{cm}$ .

Uma vez conhecido o valor de  $I_{cm}$ , se quisermos calcular o momento de inércia em relação a qualquer outro eixo paralelo ao eixo citado, podemos aplicar o teorema de Steiner (teorema dos eixos paralelos)

## 2.3 Teorema de Steiner

Consideremos um elemento de massa  $dm$  a uma distância  $r$  de um eixo passando pelo centro de massa e  $s$  a distância entre  $dm$  e u eixo paralelo ao eixo que passa pelo centro de massa. Sendo  $d$  a distância entre esses dois eixos, podemos escrever:

$$s=r+d \quad (2)$$

O momento de inércia em relação ao eixo que passa pelo centro de massa é dado por:

$$I_{cm} = \left[ \int r^2 dm \right] \quad (3)$$

O momento de inércia em relação ao eixo paralelo situado a uma distância  $d$  do eixo que passa pelo centro de massa é dado por:

$$I = \left[ \int s^2 dm \right] \quad (4)$$

O quadrado de  $s$ , é dado por:

$$s^2 = r^2 + d^2 + 2dr \quad (5)$$

Substituindo a relação (5) na equação (4), e levando em consideração a relação (3), obtemos:

$$I = I_{cm} + d^2 \left[ \int dm + 2d \int r dm \right] \quad (6)$$

Onde colocamos as constantes para fora das integrais. Pela definição de centro de massa, obtemos:

$$\left[ \int r^2 dm \right] = 0 \quad (7)$$

Substituindo o resultado (7) na relação (6), e designando por  $M$  a massa total, concluímos que

$$I = I_{cm} + Md^2 \quad (8)$$

## 2.4 Teorema dos eixos Perpendiculares

O teorema dos eixos perpendiculares afirma que o momento de inércia de uma placa fina em relação a um eixo perpendicular á placa é igual a soma dos momentos de inércia em relação a dois eixos perpendiculares entre si, situados sobre plano da placa, que se cruzam no mesmo ponto onde o eixo perpendicular fura o plano. Esses três eixos formam um sistema triortogonal. Seja  $r$  a distância de um elemento de massa  $dm$  ao eixo  $Oz$  que fura o plano da placa. Então, momento de inércia em relação a este eixo é dado por:

$$I_z = \left[ \int r^2 dm \right] \quad (9)$$

O momento de inércia em relação ao eixo Oy é dado por:

$$I_y = \left[ \int x^2 dm \right] \quad (10)$$

Analogamente, o momento de inércia em relação ao eixo Ox é dado por:

$$I_x = \left[ \int y^2 dm \right] \quad (11)$$

As distâncias r, x e y formam um triângulo retângulo no plano xy logo:

$$r^2 = x^2 + y^2 \quad (12)$$

Substituindo o resultado (4) na relação (1), e somando as relações (2) e (3), concluímos:

$$I_z = I_x + I_y \quad (13)$$

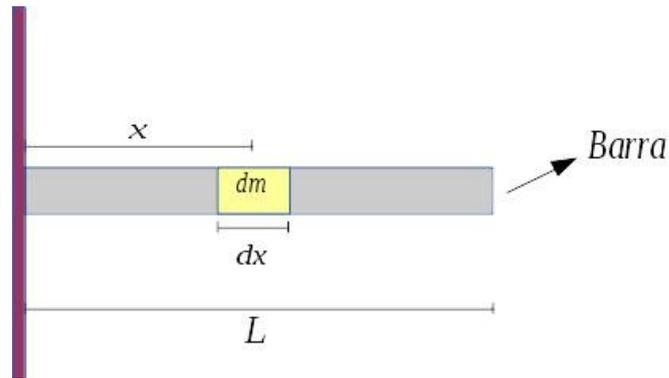
O momento de inércia em relação a um eixo Oz perpendicular a um plano é igual à soma dos momentos de inércia em relação a dois eixos perpendiculares entre si e perpendiculares ao eixo Oz considerado.

## 2.5 Momento de inércia de uma barra homogênea

Sendo a barra de material homogêneo os comprimentos são proporcionais às massas, isto é, a cada elemento de massa corresponderá um determinado elemento de comprimento. O momento de inércia em relação ao eixo fixo em uma das extremidades é

$$I = \int_0^L r^2 dm \quad (14)$$

Figura 2. Barra homogênea na horizontal



Fonte: (Resnick Halliday, vol. 2, 2016, 10 ed.)

$$\frac{L}{M} = \frac{x}{m} = \frac{dx}{dm} \quad (15)$$

O momento de inércia total da barra é a soma de cada elemento de momento de inércia da própria barra.

$$\int dI = \int_0^L r^2 dm \rightarrow I = \int_0^L r^2 dm \rightarrow I = \int_0^L x^2 \left( \frac{M}{L} \right) dx \rightarrow \frac{M}{L} \int_0^L x^2 dx = \frac{ML^2}{3}$$

$$I = \frac{ML^2}{3} \quad (16)$$

## 2.6 Disco de raio R e massa M

Consideremos, inicialmente, o eixo de simetria perpendicular ao plano do disco. Podemos tomar o elemento de massa como sendo o anel. Vamos partir diretamente da massa subentendida por um elemento de área em coordenadas polares.

$$I_z = \left[ \int_0^{2\pi} \int_0^R r^2 \frac{M}{\pi R^2} r dr d\theta \right]$$

$$I_z = \frac{1}{2} MR^2 I_z =$$

$$I_z = \frac{1}{2} MR^2 I_z \frac{1}{2} MR^2 \quad (17)$$

## 2.7 Esfera de raio R e massa M

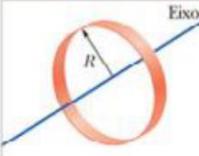
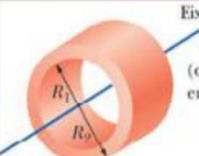
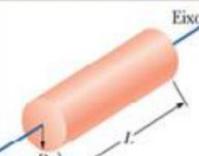
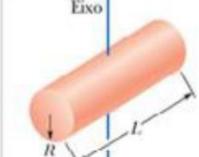
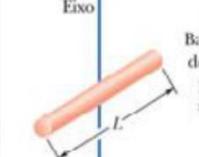
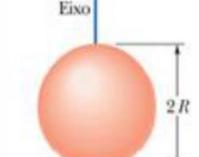
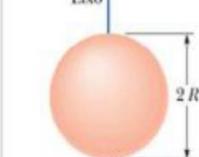
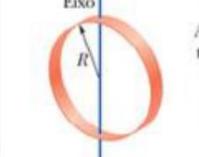
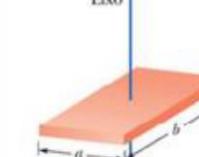
Vamos partir diretamente do elemento de massa subentendido pelo volume em coordenadas esféricas.

$$\begin{aligned}
 I_Z &= \left[ \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \int_0^R (r \sin \theta)^2 \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} r^2 \sin \theta \, dr \, d\theta \, d\varphi \right] \\
 &= \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} \left[ \int_0^R r^4 \, dr \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^\pi (1 - \cos^2 \theta) \sin \theta \, d\theta \right] \\
 &= \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} \frac{R^5}{5} 2\pi \left( -\cos \theta + \frac{\cos^3 \theta}{3} \right)
 \end{aligned}$$

$$I_Z = \frac{2}{5} MR^2 \quad (18)$$

A Figura 3 fornece os momentos de inércia de alguns objetos em relação a um eixo perpendicular

Alguns Momentos de Inércia

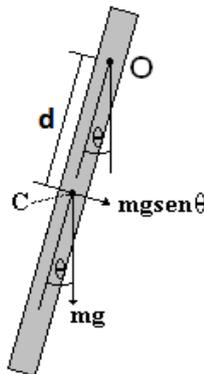
 <p>Eixo</p> <p>Anel fino em torno de um eixo central</p> <p><math>I = MR^2</math></p> <p>(a)</p>	 <p>Eixo</p> <p>Cilindro oco (ou anel grosso) em torno de um eixo central</p> <p><math>I = \frac{1}{2}M(R_1^2 + R_2^2)</math></p> <p>(b)</p>	 <p>Eixo</p> <p>Cilindro (ou disco) maciço em torno do eixo central</p> <p><math>I = \frac{1}{2}MR^2</math></p> <p>(c)</p>
 <p>Eixo</p> <p>Cilindro (ou disco) maciço em torno de um diâmetro central</p> <p><math>I = \frac{1}{4}MR^2 + \frac{1}{12}ML^2</math></p> <p>(d)</p>	 <p>Eixo</p> <p>Barra fina em torno de um eixo central perpendicular à maior dimensão</p> <p><math>I = \frac{1}{12}ML^2</math></p> <p>(e)</p>	 <p>Eixo</p> <p>Esfera maciça em torno de um diâmetro</p> <p><math>I = \frac{2}{5}MR^2</math></p> <p>(f)</p>
 <p>Eixo</p> <p>Casca esférica fina em torno de um diâmetro</p> <p><math>I = \frac{2}{3}MR^2</math></p> <p>(g)</p>	 <p>Eixo</p> <p>Anel fino em torno de um diâmetro</p> <p><math>I = \frac{1}{2}MR^2</math></p> <p>(h)</p>	 <p>Eixo</p> <p>Placa fina em torno de um eixo perpendicular passando pelo centro</p> <p><math>I = \frac{1}{12}M(a^2 + b^2)</math></p> <p>(i)</p>

Fonte: (Resnick Halliday, vol. 2. 2006. p. 631)

## 2.8 O Pêndulo Físico

Um pêndulo físico é um objeto rígido pivotado de modo a girar em torno de um eixo horizontal fixo. Uma barra de comprimento  $L$  e massa  $m$  suspensa em  $O$ , Figura 4, constitui um caso particular de pêndulo físico.

Figura 4. O pêndulo físico



Fonte: (Resnick Halliday, vol. 2. 2016, p. 260. 10. ed.)

Quando o pêndulo é deslocado de um ângulo  $\theta$  em qualquer direção de sua posição de equilíbrio, surge um torque restaurador. Este torque age em torno de um eixo que atravessa o ponto de suspensão  $O$  e é dado pelo produto da componente tangencial do peso ( $mgsen\theta$ ) pelo braço de alavanca desta componente,  $d$ , que vai de  $O$  até o centro de massa  $C$ :

$$\tau = -(mgd)sen\theta \quad (19)$$

O sinal negativo indica que o torque é restaurador, isto é, ele tende sempre a reduzir o ângulo  $\theta$ . Para pequenas amplitudes,  $sen\theta \approx \theta$ , então:

$$\tau = -(mgd)\theta \quad (20)$$

Assim, o pêndulo físico está sujeito a um torque restaurador análogo a força restauradora:

$$F = -kx$$

(21)

que caracteriza o movimento harmônico simples. A equação do movimento é:

$$-(mgd)\theta = I \frac{d^2\theta}{dt^2}$$

(22)

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{mgd}{I}\theta = 0$$

(23)

Desta forma, temos que o período do pêndulo físico é dado por:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}}$$

(24)

Onde **I** é o momento de inércia do pêndulo em relação a um eixo que passa através de seu ponto de suspensão, perpendicular ao plano de oscilação.

### **3 OBJETIVOS**

- O objetivo geral do presente trabalho é analisar o movimento oscilatório do pêndulo físico na visão do professor do ensino médio.

#### **3.1 Objetivos específicos**

- Propor uma atividade experimental de baixo custo utilizando um pêndulo físico para o ensino médio;
- Analisar o movimento oscilatório do pêndulo físico dispondo da ferramenta virtual Scratch;
- Conceber um objeto de aprendizagem (AO) para o ensino de Física.

## 4 METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado com 8 professores atuantes no ensino médio de algumas escolas públicas e privadas, localizadas no município de Fortaleza -CE. Para o desenvolvimento do trabalho, foi proposta a utilização da ferramenta virtual Kahoot e uma atividade experimental sobre o pêndulo físico. Os dados foram analisados através de um questionário com perguntas objetivas.

No primeiro momento foi aplicado um questionário sobre as atividades virtual e experimental com os docentes.

No segundo momento, foi proposta uma atividade experimental de baixo custo que poderá ser aplicada em sala de aula ou no laboratório de Ciências a fim de avaliar as contribuições no ensino de Física.

- A pesquisa tem caráter exploratória e descritiva;
- O estudo exploratório foi implementado em duas etapas: criação e avaliação da plataforma seguido de uma proposta experimental e um questionário;
- A pesquisa foi aplicada com professores do ensino médio atuantes em escolas públicas e privadas.

A proposta de aplicação do “quiz” do Kahoot poderá ser feita inicialmente com o cadastro no site e a disposição do link e o código de acesso.

Na criação foi definido o tempo de resposta de 20 segundos para cada questão com 8 questões de múltipla escolha com quatro alternativas sendo somente uma correta.

Após a atividade, os docentes foram convidados a responder um questionário online do GoogleDocs. Segue a primeira atividade aplicada nesta pesquisa no qual demonstra a dinâmica da metodologia aplicada.

## 5 A PROPOSTA

### 5.1 O Kahoot

O Kahoot é um serviço gratuito para PC, celulares Android e Iphone (iOS) que permite estudar a partir de testes de perguntas e respostas. O app possui um formato parecido com jogos de quizzes, em que as questões corretas valem pontos. É possível esponder testes de conhecimentos gerais criados pela comunidade ou produzir perguntas específicas de determinadas áreas do conhecimento e compartilhar.

O Kahoot é uma ferramenta virtual baseada em gamificação de respostas rápidas no qual o professor pode transformar o ambiente escolar em um momento dinâmico de aprendizagem. O professor conecta o computador a uma tela grande onde mostra o quiz com perguntas, respostas e no final da atividade, os resultados (podium).

A plataforma do Kahoot é acessada através do endereço <https://kahoot.com/> com dispositivo ligado à internet, onde os usuários podem se cadastrar com nome, email, senha e criar o seu próprio quiz. Para Wang (2015, p. 221),

Kahoot! É um jogo baseado em respostas dos estudantes que transforma temporariamente uma sala de aula em um game show. O professor desempenha o papel de um apresentador do jogo e os alunos são os concorrentes. O computador do professor conectado a uma tela grande mostra perguntas e respostas possíveis, e os alunos dão suas respostas o mais rápido e correto possível em seus próprios dispositivos digitais.

O ambiente, proporciona os seguintes tipos de atividades que o professor pretende conceber:

- Quiz: para criar perguntas de múltipla escolha, com temporizador em cada uma das perguntas e pontuação em cada uma das respostas (ideal para jogos em sala);
- o Jumble: conjunto de perguntas de ordenamento, onde os alunos devem acertar a ordem correta em cada uma das perguntas elaboradas pelo professor
- o Discussion: para realização de debates e perguntas abertas;
- o Survey: para realização de perguntas com temporizador, sem a atribuição de pontuação nas respostas dadas pelos alunos (apenas verificação da aprendizagem).

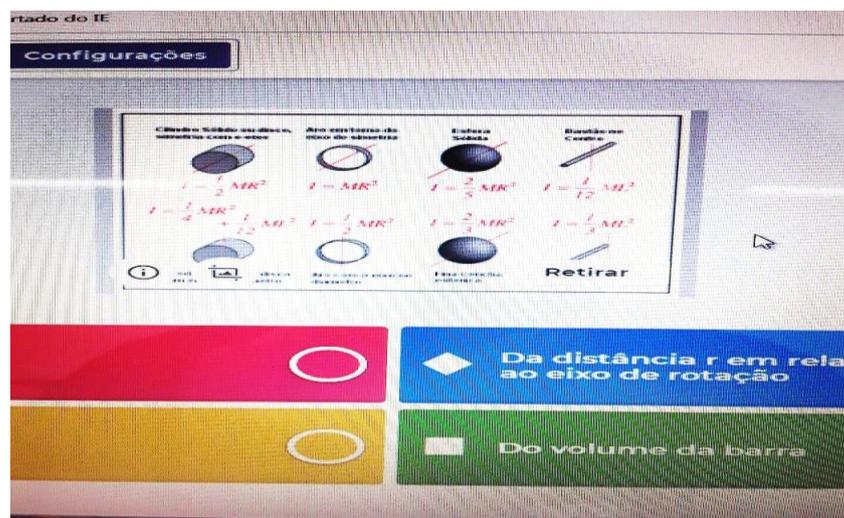
Esta atividade utilizou recursos virtuais do simulador KAHOOT Pêndulo Simples, que consiste em uma metodologia investigativa que proporciona parâmetros de abordagem distintos, referentes aos conceitos de movimentos harmônicos simples, na exploração, análise

e resoluções de questões que permeiam os MHS, recurso empregado como forma de abordar os conteúdos de movimento harmônico simples em pêndulo simples, de maneira a potencializar a assimilação dos conceitos, por meio deste mecanismo tecnológico.

Após terem compreendido como manusear o simulador, iniciaram o desenvolvimento das atividades propostas, referentes aos conceitos envolvidos na determinação do período de oscilação, em diferentes aspectos, como alteração no comprimento do pêndulo, variação na gravidade local, modificação na massa da esfera e, por fim, acareação entre o período teórico e experimental e a comparação entre as forças envolvidas no movimento oscilatório do pêndulo.

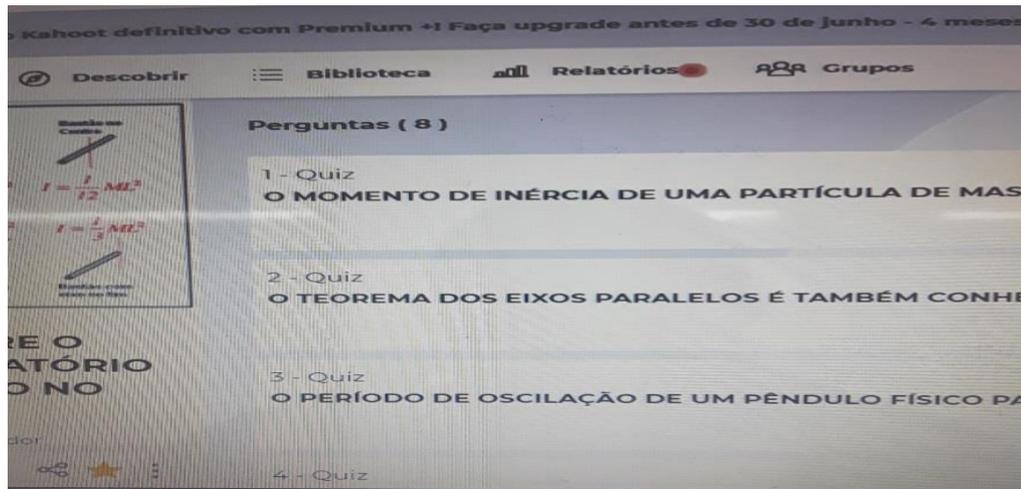
As Figuras abaixo representam a interface do Kahoot e a criação do quiz durante o desenvolvimento da pesquisa.

Figura 5. Interface do Kahoot



Fonte: da própria pesquisa

Figura 6. Interface do quiz do Kahoot



Fonte: da própria pesquisa

## 5.2 O “ Quiz ”

### Perguntas ( 8 )

1 - Quiz

**O MOMENTO DE INÉRCIA DE UMA PARTÍCULA DE MASSA  $m$  DEPENDE:**

2 - Quiz

**O TEOREMA DOS EIXOS PARALELOS É TAMBÉM CONHECIDO COMO:**

3 - Quiz

**O PERÍODO DE OSCILAÇÃO DE UM PÊNDBULO FÍSICO PARA UMA BARRA HOMOGÊNEA DEPENDE DO (A):**

4 - Quiz

**O TEOREMA DOS EIXOS PERPENDICULARES É:**

5 - Quiz

**O RAIOS DE GIRO DE UM PÊNDBULO FÍSICO É:**

6 - Quiz

**EM QUAL LEI SE FUNDAMENTA O PERÍODO DE OSCILAÇÃO DE UM PÊNDBULO FÍSICO?**

7 - Quiz

**O MOMENTO DE INÉRCIA DE UMA BARRA HOMOGÊNEA COM EIXO PASSANDO POR UMA DAS EXTREMIDADES É IGUAL A:**

8 - Quiz

**O MOMENTO DE INÉRCIA DE UMA ESFERA HOMOGÊNEA COM EIXO PASSANDO PELO**

### **5.3 Atividade Experimental com um Pêndulo Físico**

#### **Materiais**

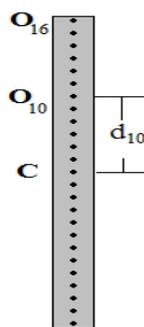
**Os materiais que serão utilizados na quarta etapa serão:**

- Barra metálica;
- Cronômetro;
- Fita métrica ou régua;
- Balança digital;
- Base para suporte.

#### **Procedimentos**

Procedimento 1: Suspenda a barra pelo orifício 16 a fim de que se possa medir o período de oscilação.

Figura 7. Pêndulo físico em repouso

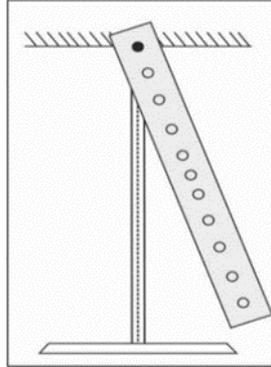


Fonte: (Resnick Halliday, vol. 2. 2016, p. 236. 10. ed.)

O pêndulo que utilizaremos consta de uma barra de 19 cm de comprimento. Ao longo de uma linha média longitudinal há uma série de orifícios dispostos simetricamente em relação ao centro da barra. O material de que é feito o pêndulo é praticamente homogêneo. Os orifícios repetem-se com uniformidade e não comprometem a simetria da barra em relação ao seu centro de massa.

2. Certifique-se de que o orifício central coincide razoavelmente com o centro de massa.
3. Determine a massa da barra e anote,  $m = \underline{\hspace{2cm}}$  g.
4. Suspenda a barra pelo orifício O16 como indicado na Figura 2.
5. Meça a distância  $d$  de sustentação ao centro de massa da barra. Anote na Tabela 5.
6. Desloque o pêndulo físico de um ângulo de aproximadamente  $10^\circ$  e meça o tempo equivalente a
  10. Períodos. Anote na Tabela 5. Quando não for possível obter 10 períodos, anote o número de períodos medidos.
  11. Determine o período e anote na tabela 1.
  12. Repita os procedimentos anteriores para o orifício 15 indicados e anote na Tabela 1.

Figura 8. Arranjo experimental do Pêndulo Físico.



Fonte: (Resnick Halliday, vol. 2. 2016, 10 ed.)

13. Determine o valor da aceleração da gravidade local usando a equação (7) e anote da tabela abaixo.

$$g = \frac{4\pi^2 I}{m d T^2} \quad (25)$$

Tabela 1 – Determinação da aceleração da gravidade

Ponto de Suspensão	Distância d (m)	Nº de Períodos	Tempo de n Períodos (s)	Determinação da aceleração da gravidade (m/s <sup>2</sup> )	Erro Experimental %
O <sub>16</sub>					
•					

Fonte: do autor

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.

As maiores dificuldades vistas pelos docentes, segundo o resultado da pesquisa, foram na maioria das vezes a falta de estrutura (laboratórios), falta de equipamentos e poucos computadores.

Após a aplicação do Kahoot constatou-se que 75% dos professores concordam com a utilização da ferramenta como auxiliadora no ensino de Física. Na análise de resultados obtidos através dos primeiros questionamentos para conhecer melhor o perfil dos docentes sobre as atividades experimentais percebe-se um percentual baixo de que vem tendo uma metodologia com atividades experimentais em suas aulas de Ciências.

Desse grupo de professores, destacou-se que 25% não concordam com o aprendizado do aluno, 75% ficaram a favor da aplicação das atividades concomitantemente e outros não responderam.

Na análise dos dados sobre o uso de práticas de experimentais sobre o estudo do pêndulo físico, e ou ambientes virtuais num segundo momento os professores se mostraram favoráveis em muitos aspectos quando da utilização desta metodologia.

### CONCEPÇÕES SOBRE O MOVIMENTO OSCILATÓRIO DO PÊNDULO FÍSICO NO ENSINO MÉDIO

#### 8 (100%)

Tabela 2 - Total de perguntas e respostas.

Perguntas	Respostas
8	8

Fonte: dados da pesquisa

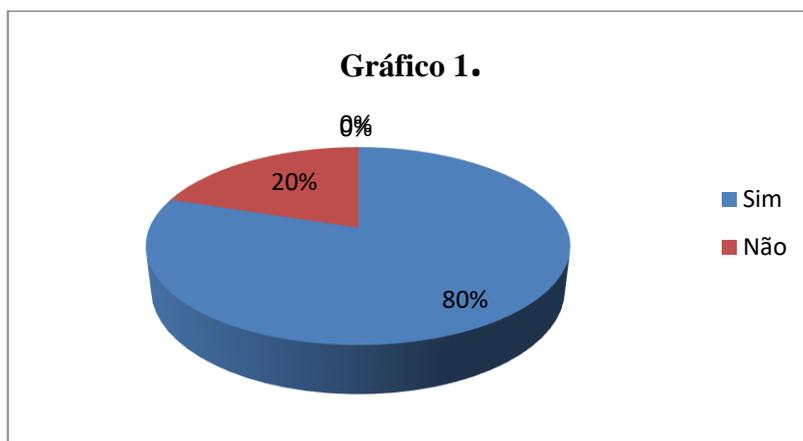
**P1. Com a utilização das atividades virtual e experimental é possível verificar questionamentos da mesma forma que uma prova tradicional?**

Sim 80% - Não 20%

Tabela 3. Resultado da pergunta 1

	Respostas
Sim	6
Não	2

Fonte: dados da pesquisa



Fonte: dados da pesquisa

De acordo com os resultados do Gráfico 1 acima foi possível verificar 80% dos professores afirmaram que as atividades experimentais e virtual podem sim tirar informações relevantes do processo de avaliação. 20% disseram que não sobre os questionamentos tirados das atividades.

Com a utilização de ambientes fora da sala tradicional isso torna possível o despertar e o interesse do discente, desenvolvendo a capacidade de compreensão dos conceitos físicos e habilidades no trabalho em grupo. A experimentação visa despertar o interesse do aluno.

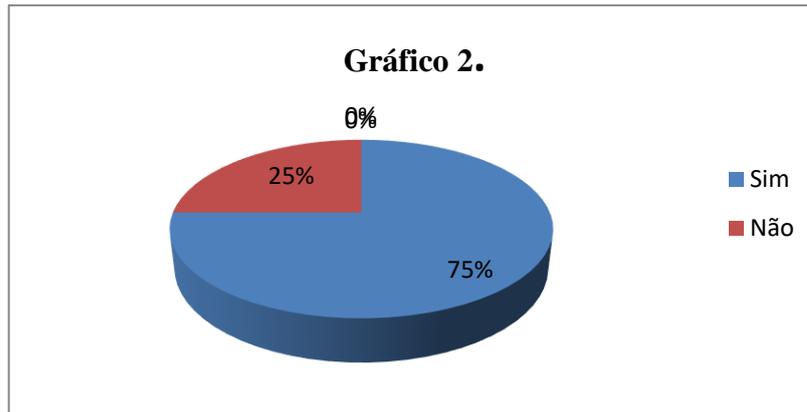
**P2. Você já lecionou algum tema relacionado ao pêndulo físico em sala de aula?**

Sim 75% - Não 25%

Tabela 4. Resultado da pergunta 2.

	Respostas
Sim	6
Não	2

Fonte: dados da pesquisa



Fonte: dados da pesquisa.

Diante do resultado exposto no gráfico acima, alguns professores (75%) já lecionaram algum tópico relacionado ao estudo do pêndulo físico. Já os 25% nunca lecionaram e no tocante a essa pergunta, podemos questionar se ficou claro a pergunta pois poderia gerar uma discussão se o assunto lecionado foi o pêndulo físico.

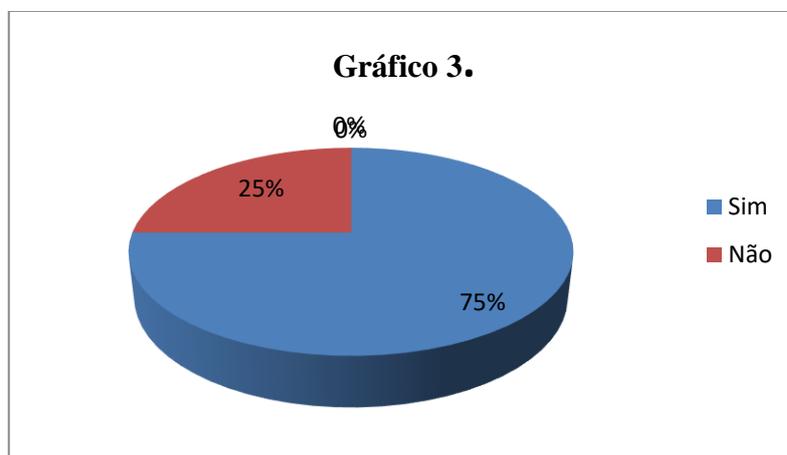
**P3. A carga horária que você leciona é suficiente para cumprir todo plano anual de Física?**

Sim 75% - Não 25%

Tabela 5. Resultado da pergunta 3.

	Respostas
Sim	6
Não	2

Fonte: dados da pesquisa



Fonte: dados da pesquisa

A terceira questão se referia a: “carga horária no ensino de Física”. Apresenta uma ascensão de 75% com relação ao cumprimento da carga horária e de todo o plano anual. Para o restante (25%), a carga horária é insuficiente para o cumprimento do plano anual. Sendo assim, o foco desse pergunta foi compreender de que forma os docentes sentem-se em relação a carga horária escolar. Ademais, os resultados dessa questão mostraram que a carga horária é satisfatória.

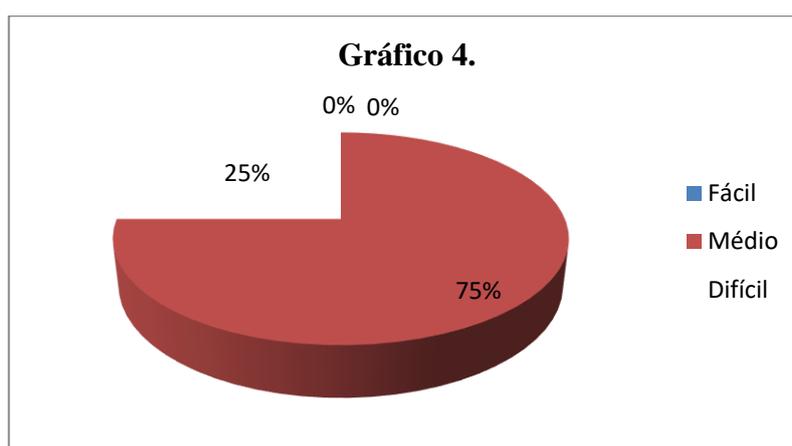
#### **P4. Como você avaliaria o grau de dificuldade das atividades experimentais no ensino de Física?**

Fácil 0% - Médio 75% - Difícil 25%

Tabela 6. Resultado da pergunta 4.

	Respostas
Fácil	0
Médio	6
Difícil	2

Fonte: dados da pesquisa



Fonte: dados da pesquisa

A quarta questão se referia ao: “Grau de dificuldade das atividades experimentais no ensino de Física”. Apresenta uma ascensão de 75% no questionário como médio para 25% acharam difícil, isso pode ser um reflexo da carência dos laboratórios de Ciências (ou Física)

na educação básica e a própria formação acadêmica do professor que na maioria das vezes ele não teve disciplina experimental na graduação. De acordo com (Paraná, 2008, p.72).

A prática experimental pode ter um momento de reflexão e discussão. “As atividades experimentais possibilitam ao professor gerar questionamentos, dúvidas e problematizar o conteúdo que pretende-se ensinar e contribuir para a construção de hipóteses”

O desenvolvimento de atividades experimentais seja ela de baixo custo ou no próprio laboratório de Física possibilita uma transposição do modelo de ensino tradicional para um modelo mais construtivista e reflexivo. Quando o professor trabalha com experimentos em sala de aula, ele percebe um interesse e motivação por parte dos alunos.

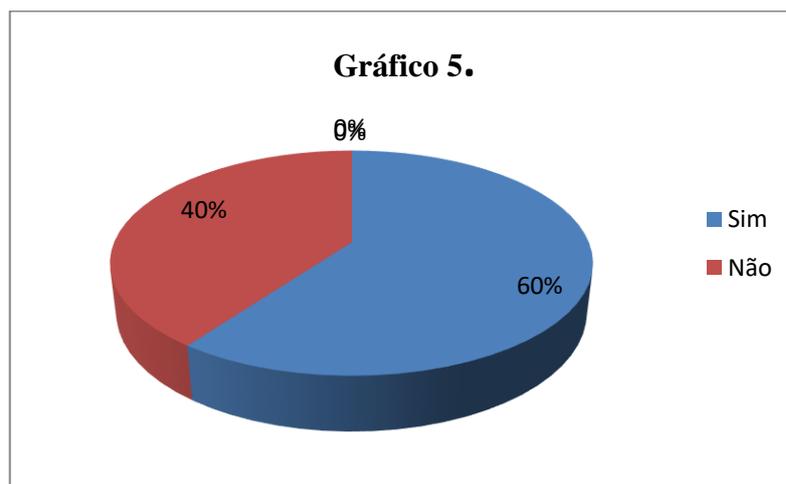
### **P5. O pêndulo físico poderia ser abordado no Ensino Médio?**

Sim 75% - Não 25%

Tabela 7. Resultado da pergunta 5.

	Respostas
Sim	6
Não	2

Fonte: dados da pesquisa



Fonte: dados da pesquisa

A quinta questão está relacionada com a “Abordagem do Pêndulo Físico no ensino médio”. Percebe-se que de acordo com o gráfico acima 60% afirmaram que o pêndulo físico poderia ser abordado no ensino médio. Isso, não foi justificado que metodologia ou método de

ensino seria possível para tal abordagem. Dos 40% restantes da pesquisa acharam que esse tópico não deveria ser tratado no ensino médio.

De acordo com os dados dessa pergunta, podemos perceber que conforme seja a abordagem (a metodologia) de ensino e os objetos de aprendizagens adequados, esse tema poderia ser inserido no ensino médio dispondo de uma linguagem simples e atrativa.

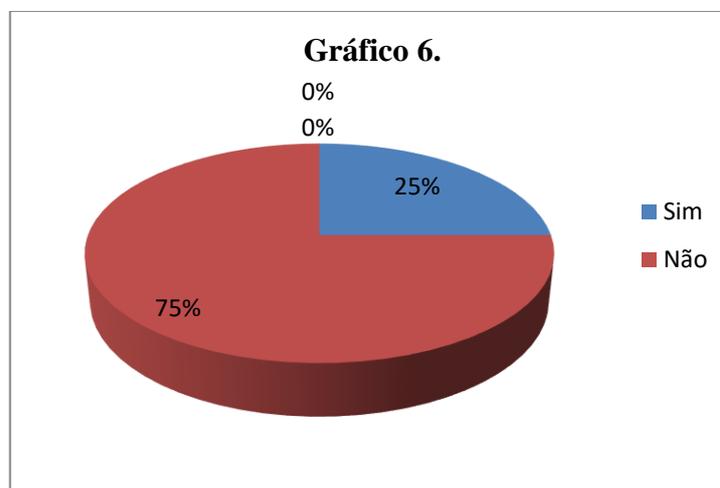
### **P6. Você conhece e já utilizou o Kahoot?**

Sim 25% - Não 75%

Tabela 8. Resultado da pergunta 6.

	Respostas
Sim	6
Não	2

Fonte: dados da pesquisa



Fonte: dados da pesquisa

O sexto questionamento se refere ao conhecimento e utilização do Kahoot no qual 75% conhece ou já utilizou de alguma forma. O conhecimento do aplicativo não significa dizer que o profissional domina a ferramenta. Algumas vantagens para os professores podemos mencionar, tais como: Motivação no âmbito de sala de aula, melhoria no raciocínio, concentração e trabalho colaborativo.

Para os 25% que não conhecem ou não utilizaram o Kahoot, esse percentual retrata os poucos trabalhos publicados em língua portuguesa já que essa ferramenta existe desde 2013 e que acarreta a não utilização em sala de aula. Além desses questionamentos, o ambiente virtual também poderá ser convertido em uma ferramenta de inclusão social, caso o docente queira optar em inserir imagens, sons ou até mesmo vídeos no lugar das perguntas, isso seria uma forma de incluir todos os estudantes.

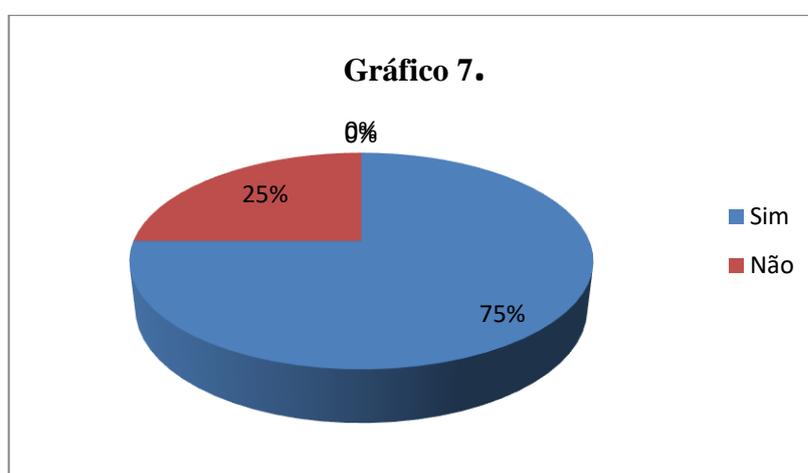
**P7. O ambiente virtual Kahoot pode ser uma estratégia de aprendizagem que possibilite ao estudante ser avaliado?**

Sim 75% - Não 25%

Tabela 9. Resultado da pergunta 7.

	Respostas
Sim	6
Não	2

Fonte: dados da pesquisa



Fonte: dados da pesquisa

A sétima questão sondava a relação entre o Kahoot e avaliação de aprendizagem. A grande maioria (75%) respondeu que esse ambiente poderia ser utilizado como uma forma de avaliação de aprendizagem.

Acreditamos que para os (75%) são os que conhecem a ferramenta e eles sabem perfeitamente da facilidade que o quiz proporciona, pois, ao final das questões, ele obtém um

relatório geral da turma como seu respectivo desempenho. Já, o 25% não concordaram com essa proposta de avaliação. Constatou-se uma acentuada apropriação do processo de avaliação neste ambiente virtual.

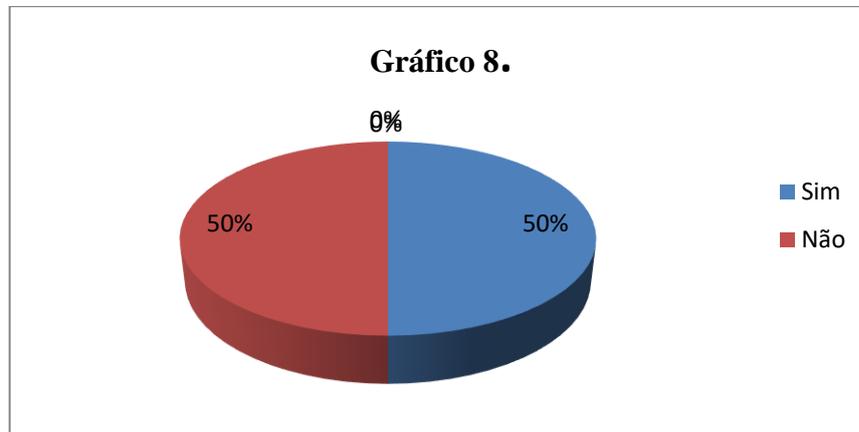
### P8. Qual o grau de dificuldade do tema em questão (Pêndulo Físico)?

Fácil 0% - Médio 50% - Difícil 50%

Tabela 10. Resultado da pergunta 8.

	Respostas
Fácil	0
Médio	4
Difícil	4

Fonte: dados da pesquisa



Fonte: dados da pesquisa

A oitava questão tratava do tema “pêndulo físico” e sobre o seu grau de dificuldade. Verificamos que 50% dos docentes responderam que o assunto seria mediano. Nenhum dos pesquisados acharam esse tema fácil e os outros 50% acharam esse assunto difícil. Em nenhum momento dessa pesquisa foi possível observar as justificativas sobre tais resultados.

Por meio da aplicação desse questionário e dos resultados, podemos propor para os professores, estratégias e metodologias para o ensino de Física, seja por meio de experimentos de baixo custo ou atividades virtuais a fim de otimizar o conhecimento pré-existente, através

de suas concepções em relação ao conceito de movimento oscilatório e periódico (pêndulo físico).

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do ambiente virtual Kahoot pode promover um desempenho maior entre os alunos e professores atuantes no ensino médio.

Foi perceptível no decorrer desta pesquisa que com o uso de ferramentas tecnológicas e atividades experimentais de baixo custo, o processo de ensino e aprendizagem pode despertar o interesse pela Física e, assim, contribuir para uma aprendizagem significativa. Os resultados obtidos por meio dos questionários indicaram um aspecto positivo, para as atividades propostas.

O estudo demonstrou a importância das atividades digitais aliadas às práticas experimentais como forma de promover um aprendizado.

O questionário proposto nesta pesquisa teve como objetivo analisar as concepções dos professores de Física do ensino médio acerca do movimento oscilatório do Pêndulo Físico e a utilização da ferramenta virtual Kahoot. Pelos resultados da pesquisa, poucos professores não utilizam o ambiente virtual como ferramenta de ensino e aprendizagem e a grande maioria desconhece os conceitos e formalismo matemático do tema da pesquisa.

Os resultados demonstram que há necessidade de se desenvolver metodologias eficientes como o uso de atividades que despertem o interesse do aluno e que possam ter uma aproximação significativa pela Física.

Com os resultados obtidos no pré-teste, constatamos que os educandos apresentavam conhecimento sobre oscilação de forma superficial, sem relacionar os conceitos com o meio. Com a análise do pós-teste, evidenciamos consideravelmente o aprimoramento da forma de observar e descrever os conceitos físicos aplicados no PE, obtendo um crescimento conceitual no ensino/aprendizado.

## REFERÊNCIAS

- BAUER, W.; Westfall, G. D.; Dias, H. Física para Universitários: mecânica. Porto Alegre: AMGH, 2013.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: Ciências Naturais**. Brasília, DF: MEC/SEF, 1998.
- CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. I. (1996). O Currículo de Física: Inovações e Tendências nos Anos Noventa. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(1), 3-19.
- GEYMONAT, L. Galileu Galilei. Tradução Eliana Aguiar, Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.
- HALLIDAY, David, 1916-2010 Fundamentos de física, volume 2: gravitação, ondas e termodinâmica / David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker; tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. – 10. ed. – Rio de Janeiro: LTC, p. 220-273. 2016.
- HEWITT, Paul G. *Física conceitual* 9. ed. Porto Alegre: Bookmann. 2002.
- LO de Quadro Peduzzi · 1990 — 2: p. 85-119, ago. 1990. 85.  
CADERNO CATARINENSE DE ENSINO DE FÍSICA.
- Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC, 2000.
- MOISÉS, Nussenzveig. *Curso de Física Básica 1*. Mecânica. Editora Edgard Blucher Ltda (1981).
- NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica: fluidos, oscilações e ondas**. 4. Ed. São Paulo: Blucher, 2002. v. 2.
- PARANÁ. **Diretrizes Curriculares de Ciências para o Ensino Fundamental**. Curitiba: SEED, 2008.
- PIAGET, Jean. **Para onde vai a educação?** Tradução de Ivette Braga. 2. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1974.
- SERWAY, Raymond A; JEWETT, JohnW. Jr. **Princípios de Física: movimento Ondulatório e Termodinâmica**. 3. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011. v.2.
- WANG A. I. The wear out effect of a game-based student response system. **Computers in Education**, Columbia, v. 82, p.217–227, 2015.
- YAMAMOTO Issao; BARBETA, Vagner Bernal. Simulações de experiências como ferramentas de demonstração virtual em aulas de teoria de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 23, n. 02, p. 215-225, 2001.

**APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO COM OS DOCENTES****UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO CEARÁ****QUESTIONÁRIO DE ENSINO****CONCEPÇÕES SOBRE O MOVIMENTO OSCILATÓRIO DO PÊNULO FÍSICO  
NO ENSINO MÉDIO****Elaboração: FRANCISCO EDILBERTO RODRIGUES DE FARIAS**

Perguntas aos professores atuantes no Ensino médio do Colégio X.

De acordo com a prática virtual e experimental responda as perguntas de 1 a 8.

**P1. Com a utilização das atividades virtual e experimental é possível verificar questionamentos da mesma forma que uma prova tradicional?**

Sim( )

Não ( )

Outros ( )

**P2. Você já lecionou algum tema relacionado ao pêndulo físico em sala de aula?**

Sim( )

Não ( )

Outros ( )

**P3. A carga horária que você leciona é suficiente para cumprir todo plano anual de Física?**

Sim( )

Não ( )

Outros ( )

**P4. Com a utilização das atividades virtual e experimental foi possível verificar questionamentos da mesma forma que uma prova tradicional?**

