

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

MATHEUS FERNANDES MOURÃO

**A INLUÊNCIA DA METODOLOGIA PCMA NA AQUISIÇÃO DE CONCEITOS DE
FÍSICA MODERNA: UM ESTUDO DE CASO COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO
NO IFCE**

FORTALEZA - CE

OUTUBRO DE 2020

MATHEUS FERNANDES MOURÃO

**A INLUÊNCIA DA METODOLOGIA PCMA NA AQUISIÇÃO DE CONCEITOS DE
FÍSICA MODERNA: UM ESTUDO DE CASO COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO
NO IFCE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

.

Orientador: Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Juscileide Braga de Castro

Área de concentração: Ensino de Física

FORTALEZA

OUTUBRO 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)

- M929i Mourão, Matheus.
A Influência da Metodologia PCMA na Aquisição de Conceitos de Física Moderna: Um Estudo de Caso com Alunos do Ensino Médio no IFCE / Matheus Mourão. - 2020.
81 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Campus Fortaleza, 2020.
Orientação: Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales .
Coorientação: Prof. Dr. Juscileide Braga de Castro.
1. Ensino de Física Moderna e Contemporânea. 2. Evolução conceitual significativa. 3. Procedimento Cognitivo Metodológico de Apreensão. I. Título.

CDD 510.07

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, que desde o começo me apoiaram e me incentivaram, mesmo diante de diversos desafios.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre ter aberto caminhos e ter colocado pessoas em minha vida que me ajudaram a concluir mais esta fase de minha vida.

Agradeço aos meus pais, Enny e Patricia, que sempre estiveram comigo em todas as fases deste período e sempre me deram apoio e motivação.

Ao meu orientador, professor Dr. Gilvandeys Leite Sales, pela dedicação, paciência e ensinamentos destinados a mim e a este trabalho.

À professora Dr^a. Juscileide Braga Castro, minha corientadora, que contribui de forma imprescindível na realização desta pesquisa, com toda sua paciência e dedicação que me ajudaram a me tornar um pesquisador melhor.

À Samara Campos, por estar do meu lado na reta final deste trabalho, mostrando ser uma verdadeira companheira com todo seu apoio, compreensão e motivação.

Aos meus amigos, Mateus Soares e Davi Fernandes, por estarem comigo desde a graduação e por sempre estarem ao meu lado demonstrando apoio em todos os momentos.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de pós-graduação.

Aos meus colegas de curso, por seu companheirismo e por suas contribuições relevantes para esta pesquisa.

“A mente que se abre para alguma coisa nova,
nunca mais será a mesma.”

(Albert Eistein)

RESUMO

Obstáculos encontrados por estudantes na compreensão de conceitos de Física Moderna e Contemporânea estão, muitas vezes, relacionados ao fato de que as metodologias tradicionais não estabelecem relações do assunto com a vivência do aluno. Isto resulta na falta de motivação dos alunos em aprenderem física. Diante de metodologias que priorizam a memorização de fórmulas e não exploram o caráter conceitual dos conteúdos e suas relações com o cotidiano, a Física Moderna e Contemporânea passa a ser pouco abordada no Ensino Médio. A exacerbada atenção aos conteúdos da Física Clássica, faz com que os alunos não compreendam fenômenos atuais e tecnológicos que a Física Moderna explica. A metodologia Procedimento Cognitivo Metodológico de Apreensão (PCMA) pretende proporcionar aos alunos uma evolução conceitual significativa de conteúdos da Física Clássica para a Física Moderna. Esta metodologia prioriza os conhecimentos prévios dos alunos e se utiliza de um procedimento metodológico que permite o uso de recursos tecnológicos e de princípios de outras metodologias ativas. Diante desta problemática, o objetivo desta pesquisa é investigar quais as contribuições do PCMA na evolução conceitual de aluno do Ensino Médio, na compreensão de conceitos da Relatividade Restrita e Geral. Para avaliar a eficiência desta metodologia realizou-se a aplicação de um pré-teste seguido da aplicação da metodologia PCMA e aplicação final de um pós-teste. Nesse processo foram utilizadas metodologias ativas, tais como: gamificação e ensino híbrido, além de recursos educacionais tecnológicos auxiliares para a condução dos procedimentos. Os dados foram obtidos por meio da aplicação de testes de conhecimento e coleta dos discursos dos participantes registrados em um diário de campo durante toda a atividade. Para se avaliar a experiência dos alunos durante as aulas foram utilizadas questões no modelo da escala Likert. A pesquisa considera-se exitosa em estabelecer uma evolução conceitual dos alunos através de seus conhecimentos prévios e indicar a Metodologia PCMA como uma estratégia que pode facilitar o ensino e aprendizagem da Física Moderna e Contemporânea.

Palavras-chave: Ensino de Física Moderna e Contemporânea; Evolução conceitual significativa; Procedimento Cognitivo Metodológico de Apreensão.

ABSTRACT

Obstacles encountered by students in understanding concepts of Modern and Contemporary Physics are often related to the fact that traditional methodologies do not establish relationships between the subject and the student's experience. This results in students lack of motivation to learn physics. Faced with methodologies that prioritize the memorization of formulas and do not explore the conceptual character of the contents and their relations with everyday life, Modern and Contemporary Physics is rarely addressed in high school. The exacerbated attention to the contents of Classical Physics means that students do not understand current and technological phenomena that Modern Physics explains. The Methodological Cognitive Procedure of Seizure (PCMA) method aims to provide students with a significant conceptual evolution of contents from Classical Physics to Modern Physics. This methodology prioritizes students prior knowledge and uses a methodological procedure that allows the use of technological resources and the principles of other active methodologies. Faced with this problem, the objective of this research is to investigate what are the contributions of PCMA in the conceptual evolution of a high school student, in the understanding of concepts of Special and General Relativity. To evaluate the efficiency of this methodology, a pre-test was applied followed by the application of the PCMA methodology and the final application of a post-test. In this process, active methodologies were used, such as: gamification and blended learning, in addition to educational technological resources to assist in the conduct of procedures. The data were obtained by applying knowledge tests and collecting the speeches of the participants recorded in a field diary during the entire activity. In order to evaluate the students, experience during classes, questions were used in the Likert scale model. The research is considered successful in establishing a conceptual evolution of the students through their previous knowledge and indicating the PCMA Methodology as a strategy that can facilitate the teaching and learning of Modern and Contemporary Physics.

Keywords: Teaching of Modern and Contemporary Physics; Significant conceptual evolution; Methodological Cognitive Seizure Procedure.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – As Etapas do PCMA

Figura 2 – Respostas do Aluno 4 Para as Proposições 2 e 3

Figura 3 – Gráfico do Questionário Sobre Cinemática

Figura 4- Gráfico do Questionário Sobre Relatividade Restrita

Figura 5- Gráfico do Questionário Sobre Dinâmica

Figura 6- Gráfico do Questionário Sobre Relatividade Geral

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Elementos e características de um Objeto de Aprendizagem

Quadro 2 – Questões Abertas Feitas em Sala de Aula

Quadro 3 – Questionário Sobre a Visão dos Estudantes

Quadro 4 – Respostas dos Alunos Sobre as Aulas

Quadro 5 – Sugestões Dadas Pelos Alunos

Quadro 6 – Atividades da Aula Sobre Relatividade Restrita

Quadro 7- Atividades da Aula sobre Relatividade Geral

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
EH	Ensino Híbrido
EM	Ensino Médio
FMC	Física Moderna e Contemporânea
IFCE	Instituto Federal de Ciências, Educação e Tecnologia do Ceará
MMC	Modelos de Mudança Conceitual
MRU	Movimento Retilíneo Uniforme
OA	Objetos de Aprendizagem
PCMA	Procedimento Cognitivo Metodológico de Apreensão
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
UEPS	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2.1 Ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio	18
2.2 Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS)	21
2.3 Modelos de Mudança Conceitual (MMC)	24
2.3.1 <i>Modelo de Mudança Conceitual na perspectiva construtivista</i>	24
2.3.2 <i>Modelo de Mudança Conceitual na perspectiva da Aprendizagem Significativa</i>	26
2.4 Metodologia Procedimento Cognitivo Metodológico de Apreensão (PCMA)	27
2.5 Objetos de Aprendizagem (OA)	29
2.6 Metodologias Ativas na Educação	31
2.6.1 <i>Gamificação</i>	32
2.6.2 <i>Ensino Híbrido</i>	33
3 METODOLOGIA	35
3.1 Etapas da Pesquisa	35
3.2 Recursos Utilizados	37
4 RESULTADOS	42
4.1 Opiniões dos Alunos Sobre as Aulas	42
4.3 Conhecimentos Prévios e Conflitos Empíricos	44
4.4 Questionários Gamificados	48
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS	56
APÊNDICES A - QUIZZ GAMIFICADO CINEMÁTICA	63
APÊNDICE B - QUIZZ GAMIFICADO RELATIVIDADE RESTRITA	65
APÊNDICE C- QUIZZ GAMIFICADO DINÂMICA	66
APÊNDICE D - QUIZZ GAMIFICADO RELATIVIDADE GERAL	68
ANEXO A – TERMO DE ASSENTIMENTO PARA ALUNOS MENORES DE IDADE	69
ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO AOS RESPONSÁVEIS	71
ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO AOS ALUNOS MAIORES DE IDADE	74
ANEXO D – PARECER POSITIVO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	77

1 INTRODUÇÃO

O campo de estudo da Física Moderna e Contemporânea (FMC) compreende as áreas que irão explicar a dinâmica de sistemas em escalas atômicas e subatômicas; a relação entre tempo e espaço; e fenômenos com velocidades comparáveis à velocidade da luz. Diante de teorias clássicas da Física, como leis da Mecânica de Isaac Newton, leis do Eletromagnetismo de Maxwell e leis da Termodinâmica, a FMC surge da evolução de tais concepções clássicas que trouxeram novos paradigmas que transformaram a Ciência (CARUSO; OGURI, 2016).

Em face disso, descobertas como a teoria da relatividade, do efeito fotoelétrico e da teoria quântica, resultaram em grandes avanços científicos e tecnológicos do mundo contemporâneo que revolucionaram áreas de estudo da indústria, da medicina, de telecomunicações, da geologia e da espectroscopia.

De acordo com Leal (2017), toda essa representatividade da FMC na evolução da Ciência e Tecnologia deveria estar presente no ensino de física, para facilitar a compreensão de conceitos que estão diretamente ligados com a vivência do aluno.

A Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018), considera como condição indispensável ao aluno que eles tenham uma visão mais abrangente da Física e, assim, possam compreender o funcionamento de utensílios tecnológicos e contemporâneos que estão diretamente ligados ao seu cotidiano.

Para Monteiro et al. (2009) o ensino de conceitos da FMC não é devidamente priorizado nos currículos escolares e no processo de alfabetização científica dos alunos. Isso não se deve ao fato de os assuntos serem negligenciados, e sim pela atenção exacerbada a conceitos da Física Clássica, que muitas vezes não possuem nenhuma relação com a vida cotidiana dos alunos.

Todo este cenário mostra que, ao passo que os alunos não compreendem como ocorrem os fenômenos que estão presentes em seu cotidiano, eles não conseguem estabelecer nenhum tipo de vínculo com aquilo que estão estudando na Física e, conseqüentemente, acarretam-se possíveis prejuízos para a formação científica dos alunos, que precisam ter uma visão mais contextualizada e atualizada da Ciência.

Dentro desta perspectiva, para que os alunos possam ter um entendimento sobre os fenômenos e aplicações explicadas pela FMC, é necessário que os conceitos sobre o assunto estejam bem estabelecidos. Como a Física Clássica é amplamente abordada durante todo o período escolar dos alunos, muitos deles encontram dificuldades quando se deparam com os conceitos da FMC, de um mesmo assunto, que é explicado de forma distinta.

Devido a alguns limites que a Física Clássica possui, os alunos ao aprenderem somente os conceitos abordados nela, se deparam com a situação de não compreenderem alguns fenômenos existentes no seu cotidiano. Um conceito que causa bastante contradição para os alunos é o comportamento da luz, pois na Física Clássica este assunto é ensinado de acordo com a óptica geométrica. Na FMC, o comportamento da luz é explicado de outra maneira, onde se consideram outros fatores que interferem em seu comportamento.

Com a compreensão de que a luz é composta por partículas (fótons) que possuíam energia proporcional à sua frequência, as teorias da relatividade restrita e geral de Albert Einstein (1879-1955) conseguiram superar muitos dos obstáculos epistemológicos e crises da Física Clássica. Em seus postulados, Einstein referiu à luz características que explicava seu comportamento em diferentes situações como a sua deflexão diante dos efeitos de um campo gravitacional.

De acordo com o princípio da equivalência postulado por Einstein, um sistema de referência acelerado indubitavelmente equivale a um campo gravitacional newtoniano. Isso o fez deduzir, através da Teoria da Relatividade Geral, que a luz é uma forma de energia e tem massa. Portanto, a luz seria afetada pelo campo de gravidade de um grande corpo e se curvaria. O princípio da equivalência na sua formulação local; diz que localmente um referencial acelerado equivale a força gravidade; O efeito da gravidade é equivalente a estar num referencial acelerado. A luz é afetada pela gravidade pq tem energia; a luz segue a trajetória que minimiza a ação que descreve seu estado. Essa trajetória é chamada geodésica, num espaço plano, sem curvatura, é uma linha reta. Mas não é por ter massa, o fóton é sem massa, ele tem energia e momento. O fato de que a luz possa curvar-se, trata-se de uma situação problema muito relevante para o ensino da FMC, pois como a luz pode curvar-se se os alunos aprendem na Óptica Geométrica que a luz se propaga em linha reta?

Alguns trabalhos recentes (SILVA *et al.*, 2015; SANTOS, 2017) apresentam uma metodologia de ensino que pode propiciar ao aluno esta mudança conceitual, baseado no fato de que o aluno primariamente tem de ter um conhecimento prévio sobre o assunto, e este deve estar bem estabelecido para uma convergência de mudança conceitual.

Esta estratégia didática foi proposta por Sales (2005), em seu trabalho de dissertação, com o intuito de promover uma mudança conceitual em alunos do Ensino Médio (EM) e se intitula como metodologia dos 5 C's ou Procedimento Cognitivo Metodológico de Apreensão (PCMA). Trata-se de uma metodologia que irá distribuir-se em cinco fases, desde a consolidação de conhecimentos prévios previstos pela Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), até a convergência para uma mudança conceitual. Vale ressaltar, que a proposta de Sales

(2005) foi desenvolvida inicialmente para o ensino da FMC, porém é possível que a metodologia seja adaptada a qualquer conteúdo da Física.

No trabalho de Silva *et al.* (2015) foi proposto que, a partir do PCMA, houvesse uma evolução conceitual no assunto da Óptica Geométrica com auxílio de tecnologias digitais. A proposta do trabalho foi de proporcionar aos alunos, por meio de suas concepções prévias, uma mudança conceitual baseada em sua vivência e os fenômenos da Óptica Geométrica. Com auxílio de Objetos de Aprendizagem (OA), oficinas e outros recursos, o trabalho mostrou que houve o estabelecimento de uma relação entre o cotidiano e o científico, que possibilitou aos alunos uma reestruturação teórica para justificar o fenômeno trabalhado e, assim, conceber novas teorias sobre a Óptica.

Santos (2017) em seu trabalho de dissertação, abordou a mudança conceitual em FMC no assunto de Teoria da Relatividade Restrita. Primeiramente, a pesquisa propôs identificar quais eram as concepções dos alunos quanto a conceitos como movimento, repouso e referencial inercial. A partir disso, continuou-se o processo de aplicação da metodologia PCMA para que os alunos pudessem ter uma mudança conceitual diante da apresentação de novos fenômenos que iam de encontro aos conceitos que eles tinham aprendido inicialmente.

Ressalta-se que a proposta da metodologia PCMA foi concebida em 2005 e, durante este tempo, apenas dois trabalhos foram concluídos acerca do tema, sendo eles: o trabalho de conclusão de curso de Silva *et al* (2015) para o ensino da Óptica Geométrica e a dissertação de mestrado de Santos (2017) com abordagem em conteúdos da FMC. Este fato constitui-se de uma motivação para escolha do PCMA para este trabalho, em que se possa usar a metodologia para verificar sua eficiência em um processo de facilitação de aprendizagem.

Portanto, a partir do enquadramento explicitado, pretende-se entender como utilizar uma estratégia didática que possa facilitar a mudança conceitual de alunos do Ensino Médio e que, assim, eles possam ter uma compreensão sobre conceitos da FMC a partir de seus conhecimentos prévios sobre fenômenos que estão presentes em seu cotidiano.

A pergunta que se coloca neste trabalho é: seria possível aplicar uma metodologia de ensino para promover nos alunos uma evolução conceitual entre as ideias da Física Clássica e Moderna?

Nesta perspectiva, a pesquisa tem como objetivo geral: investigar quais as contribuições do uso da metodologia PCMA para promover uma evolução conceitual sob os fundamentos da aprendizagem significativa em conteúdos de Física Moderna e Contemporânea.

Para atingir o objetivo geral proposto, elaboraram-se três objetivos específicos:

1. Desenvolver uma sequência didática sobre Relatividade Restrita e Geral, e aplicá-la de acordo com o percurso metodológico proposto pelas fases da PCMA.
2. Investigar a influência de metodologias ativas associadas à metodologia PCMA no ensino da FMC.
3. Verificar a influência da PCMA na evolução dos conceitos dos alunos, através de atividades, questionários e da análise dos discursos dos mesmos.

São hipóteses deste trabalho que o uso da metodologia PCMA viabiliza uma evolução conceitual em alunos do Ensino Médio acerca da abordagem de conceitos da Física Clássica e da FMC, como também que sua aplicação em aulas de FMC favorece um entendimento dos alunos sobre os fenômenos físicos e aplicações tecnológicas advindos da compreensão desses conceitos.

A estrutura desta pesquisa foi estruturada e sistematizada em cinco capítulos. O primeiro capítulo apresenta o problema da pesquisa, a justificativa de se inserir tópicos de FMC no Ensino Médio, uma metodologia didática que busca proporcionar aos alunos uma mudança conceitual significativa a partir de seus conhecimentos prévios e os objetivos pretendidos nesta pesquisa.

No segundo capítulo é apresentado o referencial teórico do trabalho, que fundamentou-se em abordar um cenário do ensino de FMC no Ensino Médio, em embasar a TAS mostrando suas características e condições para que haja uma aprendizagem significativa, em apresentar modelos de mudança conceitual de forma geral e após a mudança Conceitual na perspectiva da aprendizagem significativa e o uso de metodologias ativas para a educação.

No terceiro capítulo é mostrado o delineamento metodológico da pesquisa, descrevendo a metodologia PCMA e sua fundamentação teórica, os tipos de instrumentos de coleta de dados e as características da amostra.

No quarto capítulo são apresentados os resultados obtidos através dos instrumentos de coletas e suas respectivas análises dentro do contexto apresentado no referencial teórico.

No quinto e último capítulo são feitas as considerações finais do trabalho, discutindo-se as contribuições da pesquisa para o ensino de FMC

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A fundamentação teórica desta pesquisa está baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), proposta por David Ausubel. Esta teoria leva em consideração que os conhecimentos prévios dos alunos são de extrema importância, que são condição necessária para a condução de uma aprendizagem significativa. Ainda é condição necessário que os alunos tenham predisposição para aprender e que sejam orientados por um material potencialmente significativo. Além da TAS, ainda é descrito quais são os principais Modelos de Mudança Conceitual (MMC) que levam em conta os conhecimentos prévios dos alunos na perspectiva ausubeliana que converge este conhecimento prévio para uma aprendizagem significativa.

Visto que o trabalho tem como problemática o ensino da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio, apresentada-se uma metodologia proposta por Sales (2005) intitulada de Procedimentos Cognitivos Metodológicos de Apreensão (PCMA) que visa contribuir para o ensino da FMC.

2.1 Ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio

A abordagem de temas da Física Moderna e Contemporânea (FMC) pode promover aos estudantes motivação para aprender, visto que o contexto da FMC está diretamente ligado com questões tecnológicas que estão presentes na sociedade e, conseqüentemente, no cotidiano de cada um dos alunos. Para tanto, o ensino da FMC não se beneficiará tanto dessa situação caso seja abordado de maneira tradicional, onde conceitos abstratos são explicados e não relacionados em nenhum momento com a vida dos alunos. Em vista disso, Aubrecht (1986) conclui que:

O uso de tópicos de física moderna pode permitir que o professor mantenha ou mesmo realce o interesse pela Ciência que os estudantes trazem consigo para a escola. As crianças são inerentemente curiosas, querendo saber os comos e os porquês das coisas. Esse interesse, em muitos casos, é sufocado pela dependência em textos convencionais e planos de aula (AUBRECHT, 1986, p.540 – tradução nossa).¹

¹ The use of modern physics topics may allow the teacher to maintain or even enhance the interest in science that students bring with them to school. Children are inherently curious, waiting to know the hows and whys of things. This interest, in many cases, is stifled by reliance on conventional texts and lesson plans (AUBRECHT, 1986, p.540).

Isso mostra que uma prática pedagógica sem vínculo e descontextualizada da realidade dos alunos resulta em um desinteresse deles, pois com tal atitude eles não compreendem a real necessidade de se estudar essa disciplina.

Na área da FMC, Ostermann e Moreira (2000, p. 391) apontam algumas razões de inserir tópicos da FMC nos currículos da Física do Ensino Médio: despertar a curiosidade dos estudantes e ajudá-los a reconhecer a Física como um empreendimento humano e, portanto, mais próxima a eles; os estudantes não têm contato com o excitante mundo da pesquisa atual em Física, pois não veem nenhum conhecimento da Física além de 1900. Esta situação é inaceitável em um século no qual ideias revolucionárias mudaram a ciência totalmente; A Física Moderna é considerada conceitualmente difícil e abstrata; mas, resultados de pesquisa em ensino da Física têm mostrado que, além da Física Clássica ser também abstrata, os estudantes apresentam sérias dificuldades conceituais para compreendê-la.

Isso consubstancia que a inclusão de conteúdos da FMC nos currículos da Física do Ensino Médio passou a ter recebido atenção em documentos oficiais elaborados pelo Ministério da Educação do Brasil, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) que destacam:

Alguns aspectos da chamada Física Moderna serão indispensáveis para permitir aos jovens adquirir uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria, de forma a que tenham contato com diferentes e novos materiais, cristais líquidos e lasers presentes nos utensílios tecnológicos, ou com o desenvolvimento da eletrônica, dos circuitos integrados e dos microprocessadores (BRASIL, 2002, p.19).

Terrazzan (1992) corrobora o excerto acima ao destacar que a FMC propicia aos alunos o conhecimento científico, para que eles possam entender a tecnologia presente no cotidiano deles, haja vista que eles precisam ser sujeitos atuantes e participantes do ambiente que os envolve.

Em um estudo de revisão acerca do ensino da FMC no Ensino Médio, Silva e Almeida (2011) analisaram artigos em revistas sobre ensino da Física, desde sua data de existência até o ano de 2010. Nesse estudo, eles classificaram a busca dos artigos por cinco categorias, sendo elas: (1) revisão da literatura sobre o ensino da Física Quântica (FQ) e FMC; (2) análises curriculares; (3) análises dos conteúdos em livros que abordam FQ/FMC; (4) aplicação e/ou elaboração de propostas de ensino para FQ/FMC; (5) e concepções dos professores sobre ensino da FQ/FMC no Ensino Médio. O maior número de artigos, 16 (dezesesseis), foi encontrado na categoria (4): aplicação e/ou elaboração de propostas de ensino. Isso permite concluir que cada vez se torna mais consensual a significância de se ensinar tópicos da FMC no Ensino Médio.

Mesmo diante deste cenário de evolução de pesquisas que mostram a importância e, também, apresentam propostas de se trabalhar a FMC no Ensino Médio, muitos são os fatores que apontam a falta de aplicabilidade do assunto nas escolas, como a falta de um material didático que proporcione ao professor formas diferentes de se abordar o assunto em sala e metodologias que não trazem o aluno para a construção de um conhecimento significativo.

Lino e Fusinato (2011) mostram que mesmo dentre todas as pesquisas encontradas no âmbito do ensino da FMC, poucas são aquelas que se preocupam em investigar quais fatores e características são relevantes para a aprendizagem dos conteúdos básicos da FMC.

Uma das dificuldades encontradas no ensino da FMC é a falta de conhecimentos prévios dos alunos acerca do assunto. Contudo, isso não deve impossibilitar a inserção da FMC nos currículos de Física, pois existem formas de se resolver tal problema. A FMC aborda conceitos básicos para o entendimento de muitos aparatos tecnológicos da atualidade, e isso pode servir como uma fonte para que os alunos adquiram conhecimentos prévios sobre o assunto. Todavia, mesmo com um embasamento teórico que mostra a importância de se trabalhar a FMC e um número crescente de pesquisas com diversas propostas de como inseri-la nas salas de aulas, Menezes (2000) mostra uma perspectiva que tende a justificar a inviabilidade do uso da FMC no Ensino Médio.

É claro que precisa ser cautelosa a sinalização para a inclusão desses novos conteúdos, seja pelos desafios didáticos que implica, encontrando professores despreparados e os textos escolares desguarnecidos, seja porque as próprias universidades, ainda por algum tempo, continuarão a solicitar os velhos conteúdos em seus vestibulares. Será preciso algum tempo para que a mensagem seja, primeiro, compreendida e, mais tarde, aceita (MENEZES, 2000, p. 8).

Este cenário é ainda hoje encontrado, mesmo com toda essa produção científica acerca da preocupação de se investir no ensino da FMC no Ensino Médio. A Física Clássica ainda é mais explorada nos exames de seleção de universidades e está em maior parte nas descrições de conteúdo a serem abordados no Ensino Médio.

Ensejando a solução desta situação, um relato de experiência de Pinheiro (2015) traz uma abordagem integrada da Física Clássica e da Física Moderna, através da construção de um experimento chamado “A câmara de nuvens”, desenvolvido por Charles Wilson, em 1911, para detecção de partículas subatômicas. Em seu relato, ele pôde mostrar como relacionar assuntos da Física Clássica (mudanças de estado físico da matéria; transferência de calor, relações entre variação de temperatura e energia) e assuntos da FMC (raios cósmicos; radiação natural; radiações ionizantes). Com isso, ele pôde concluir que a contextualização e a multidisciplinaridade podem ajudar os alunos a aprender os assuntos que estão sendo tratados.

Outro aspecto importante a destacar é que o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), principal exame de admissão de alunos nas universidades públicas do Brasil, vem ao longo dos anos inserindo questões contextualizadas acerca da FMC. Por exemplo, no ano de 2016 foi aplicada uma questão que contextualizava a exposição à radiação com o uso de aparelhos celulares, baseando-se no fato de que a radiação emitida decai rapidamente conforme a distância aumenta. Outra questão, desta vez no ano de 2013, aborda o efeito fotoelétrico em situações onde ele ocorre e questiona qual seria a transformação de energia resultante deste efeito.

Isso, de fato, não se mostra suficiente para que o ensino da FMC esteja de forma mais evidente dentro das salas de aula. Porém, se as pesquisas nessas áreas continuarem a crescer, é possível que, com a divulgação científica, os professores repensem suas práticas pedagógicas e passem a integrar em suas aulas assuntos da FMC que têm um grande potencial em proporcionar aos alunos um entendimento maior sobre fenômenos tecnológicos que estão presentes em suas vidas.

Nos parágrafos precedentes foi abordado o cenário do ensino da FMC no Ensino Médio, apresentando estudos que realizaram revisões sobre o cenário da pesquisa no ensino da FMC e alguns dos desafios de sua inserção. No capítulo que se segue, será apresentada a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), destacando a importância dos conhecimentos prévios para uma aprendizagem significativa. Ainda será tratada a relação sobre a TAS e o ensino da FMC.

2.2 Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS)

A TAS tem como marco teórico o alicerce da estrutura cognitiva do aluno, ou seja, aquilo que já está presente na sua mente. O conceito fundamental da TAS é a Aprendizagem Significativa, que é definida por focalizar naquilo que o aprendiz já sabe sobre determinado assunto e relacioná-lo com um novo assunto em sua estrutura cognitiva (MOREIRA; MASINI, 2011).

O conhecimento que já está presente na estrutura cognitiva do aluno são os chamados conhecimentos prévios e tais conceitos foram denominados por Ausubel de subsunçores. Subsunçor para Ausubel é o fator preponderante para que ocorra a aprendizagem.

O “subsunçor” é um conceito, uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva capaz de servir de ancoradouro a uma nova informação de modo que este adquira, assim, significado para o indivíduo (isto é, que ele tenha condições de atribuir significados a essa informação) (MOREIRA, 2006 p.15).

Para Moreira e Mansini (2011), caso novas informações sejam aprendidas de forma isolada e arbitrária na estrutura cognitiva dos alunos, essa aprendizagem será mecânica ou

automática, ou seja, não estabelecerá nenhum tipo de interação com informações prévias que os alunos tenham e, conseqüentemente, essas novas informações serão esquecidas em um curto intervalo de tempo.

Os subsunçores irão facilitar o processo de ensino e de aprendizagem e evitar uma aprendizagem mecânica. Dentro desta perspectiva, os subsunçores irão servir como âncora no processo de ensino e de aprendizagem para resgatar conhecimentos já preexistentes do aluno. Porém, podem ocorrer casos em que o estudante não tenha subsunçores relevantes sobre determinado assunto e isso pode ser solucionado ao abordar tópicos introdutórios sobre o assunto, antes mesmo do novo conteúdo ser aprendido. Para tanto, Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios, que possuem o caráter de resgatar ou formar novos subsunçores na estrutura cognitiva dos alunos.

Segundo Ausubel, a principal função do organizador prévio é de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa. Ou seja, os organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas” (MOREIRA e MASINI, 2011, p21).

Os organizadores prévios não devem apenas ser materiais introdutórios, mas devem conter algumas características importantes para sua elaboração:

- 1 - Identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material.
- 2 - Dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes.
- 3 - Prover elementos organizacionais inclusivos que levem em consideração, mais eficientemente, e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material, ou seja, prover um contexto ideacional que possa ser usado para assimilar significativamente novos conhecimentos (MOREIRA, 2008, p.3).

Para Ausubel, o conhecimento prévio do aluno é, de fato, o mais relevante no processo da aprendizagem significativa. Ele destaca que: “se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a apenas um princípio, eu diria isto: o fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é o que o aprendiz já sabe. Verifique isso e ensine-o de acordo” (AUSUBEL, 1978, p. iv).

Todavia, os conhecimentos prévios não constituem, como um todo, os elementos necessários para uma aprendizagem significativa. Além dos subsunçores, têm-se mais dois aspectos necessários para que haja uma aprendizagem significativa, são eles: o desenvolvimento de um material que seja potencialmente significativo e a predisposição do sujeito em querer aprender.

Segundo Valadares (2011), para um material ser potencialmente significativo é necessário um sentido lógico, plausível e coerente que possa se relacionar com qualquer estrutura cognitiva. É necessário que esse material tenha um caráter não-arbitrário substancial para que um novo conteúdo possa, com os conhecimentos prévios, ser incorporado à estrutura cognitiva do aluno.

Diante de um processo de aprendizagem significativa, após avaliar os conhecimentos prévios dos alunos, seria válido uma intervenção didática com um material potencialmente significativo que pretenda considerar os discursos dos alunos, a fim de relacionar uma nova informação com seus conhecimentos prévios de maneira mais simples. Isso pode ser feito de várias maneiras, como aulas com simulações, animações, objetos de aprendizagem, textos investigativos, dentre outros recursos digitais ou não digitais (LARA; SOUZA, 2009).

A exemplo da elaboração de um material potencialmente significativo, cita-se o trabalho de dissertação de Silva (2018), que usou elementos de gamificação para construir uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). Foi feita uma análise em duas turmas com alunos do Ensino Médio, no conteúdo de óptica geométrica. Em uma das turmas teve a aplicação da UEPS e na outra não. O estudo verificou, a partir da aplicação de pré-testes e de pós-testes e usando o ganho normalizado de Hake, que a turma onde foi aplicado a UEPS obteve um ganho normalizado de aprendizagem superior à turma onde se tiveram aulas com métodos tradicionais. Com isso, conclui-se que, para o estudo realizado, a gamificação (tipo de metodologia ativa) aplicada em uma UEPS pode trazer resultados significantes para motivar a atitude potencialmente significativa dos alunos.

Na dissertação de Siqueira (2017) acerca do uso de UEPS no ensino da Física Moderna e Contemporânea (FMC), foi feita uma análise de 24 (vinte e quatro) trabalhos de dissertações e teses que constavam na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), do ano de 2012 em diante, sobre o uso de UEPS no ensino da Física. Isso mostra que cada vez mais os pesquisadores procuram implantar materiais de ensino potencialmente significativos no ensino da Física, visto que se trata de um conteúdo com assuntos, muitas vezes, abstratos para o entendimento dos alunos.

Como último elemento necessário para uma aprendizagem significativa, tem-se a predisposição do aluno para aprender. Segundo Moreira (2012), esta é a condição mais difícil de ser realizada, pois isso se refere à motivação do sujeito, que tem que se manifestar de maneira não somente extrínseca, mas também intrínseca.

Nesse sentido, Brito (2016, p. 16) faz um comentário bem pertinente a essa situação: “A função da motivação na aprendizagem e na performance do estudante parece incontestável,

não se limitando apenas ao universo acadêmico, mas estendendo-se às diversas competências e situações da vida cotidiana”. Com isso, conclui-se que por mais que o aluno não tenha certa afinidade pelo conteúdo ou não demonstra vontade de aprendê-lo, ele é condescendente ao permitir que o professor possa ensiná-lo e possa mostrá-lo que o conteúdo pode, de alguma forma, ser útil em sua vida.

Na vertente da Aprendizagem Significativa, Valadares (2011) denomina essa condição do aluno ter motivação e predisposição para aprender de “atitude potencialmente significativa”, e se caracteriza como algo individual do aluno. Para que essa atitude seja estimulada, o professor tem um papel essencial ao despertar em seus alunos a motivação necessária para que ocorra uma aprendizagem significativa. Ele deve, em suas aulas, promover situações didáticas que permitam aos alunos dar significado ao conteúdo. Isso pode ser feito ao resgatar conhecimentos prévios dos alunos e ao proporcionar um material didático que seja potencialmente significativo.

Quando se trata do ensino da Física, muitos alunos não conseguem desenvolver a motivação necessária para querer aprender física. Diante disso, o professor encontra um cenário onde é difícil manter os alunos engajados nas atividades e, este, constitui-se como um dos principais desafios do professor.

Nesse sentido, o próximo capítulo irá abordar modelos de mudança conceitual, assunto pertinente que se encaixa no cenário de dificuldades encontradas pelos professores. Com efeito, muitos de seus alunos possuem uma carga de erros conceituais considerável.

2.3 Modelos de Mudança Conceitual (MMC)

A terminologia “conceito” pode ser definida como a agregação de conhecimentos que um sujeito pode relacionar ao nome deste. Nesta lógica, toda vez que se aprende algo novo sobre um conceito, ele muda. O processo de apreensão de novos conhecimentos envolve a reconsideração de convicções iniciais da pessoa, e isto vai influenciar em suas ações (CAVALCANTE, 2017).

2.3.1 Modelo de Mudança Conceitual na perspectiva construtivista

A teoria construtivista infere que uma das hipóteses para que o conhecimento seja assimilado é de que este conceito é concebido ativamente pelo indivíduo. Wheatley (1991) comenta que o ato de aprender é intencional e depende intrinsecamente do sujeito.

Sendo assim, nós não podemos colocar ideias dentro das cabeças das crianças, somente elas poderão e irão construir as suas próprias ideias. Nosso esforço de comunicação não resulta no transporte de significados, mas nossa expressão evoca significados em outras pessoas, significados diferentes para cada pessoa (WHEATLEY, 1991, p. 10).

Neste sentido têm-se os Modelos de Mudança Conceitual (MMC), que propõem um ensino contrário ao modelo de ensino tradicional, em que o aluno é tido somente como sujeito passivo no processo de ensino-aprendizagem. Na perspectiva da mudança conceitual, o processo se dá a partir de novos fatos, novas evidências e explicações.

Na tentativa de descrever as condições necessárias para que um indivíduo, partindo de suas noções intuitivas, pudesse rejeitá-las em favor de concepções cientificamente aceitas, surgem os modelos de mudança conceitual. A questão básica dos modelos é explicar como os conceitos mudam sob o impacto das novas ideias ou de novas evidências (GATTI, 2005, p.21).

Como mencionado, para uma mudança conceitual acontecer é necessário que um conhecimento prévio que se tinha, mude ou seja incorporado a novos. E não suficiente, é necessário que esse novo conhecimento acomodado tenha maior complexidade (SANTOS, 2018).

Diante disso, conclui-se que, para que ocorra uma mudança conceitual, são necessários primariamente duas condições: (1) a necessidade de se identificar os conhecimentos prévios do aluno; e para que esse conceito seja ressignificado, é importante que o aluno tenha uma (2) participação ativa neste processo de formação de um novo significado para sua concepção prévia.

É imprescindível que dentro do cenário da mudança conceitual, alguns aspectos a respeito dos conhecimentos prévios sejam levados em consideração: eles são coerentes na perspectiva do aluno, e não na perspectiva científica; se desenvolvem nas atividades de previsões; são estáveis e resistentes a mudanças (COLL *et al.*, 1998).

Ao longo do tempo, a linha de estudo da mudança conceitual vem sendo aplicada nas pesquisas em ensino. Abordagens clássicas como a de Kunh (1975), Posner *et al.* (1982), Arruda e Villani (1994) consideram que a mudança conceitual resulta de uma substituição de concepções espontâneas por concepções científicas.

Para o modelo proposto por Posner *et al.* (1982), deve existir um cenário de insatisfação com a concepção já existente no sujeito como condição para que ocorra uma mudança conceitual. Moreira e Greca (2003, p. 4), em um estudo de revisão sobre os MMC existentes, concluíram que: “Posner e seus colaboradores propuseram o modelo como condição para a

acomodação de uma concepção científica, embora não se comprometessem com a teoria piagetiana”.

Porém, esse modelo de Posner *et al.* (1982) é suscetível a críticas, pois seu modelo implica que essa substituição de concepções resulta no abandono de seus conhecimentos prévios e, para teorias como a TAS, isso não deve ocorrer de nenhuma forma, visto que os conhecimentos prévios dos alunos constituem um eixo principal da aprendizagem significativa.

No entendimento da Aprendizagem Significativa aliada a uma mudança conceitual, um estudo de Moreira e Greca (2003) fundamenta como este processo pode ocorrer, onde diferentemente do modelo de Posner *et al.* (1992), os conhecimentos prévios dos alunos são valorizados: estes são ressignificados, não são substituídos.

2.3.2 Modelo de Mudança Conceitual na perspectiva da Aprendizagem Significativa

Para os MMC clássicos, como o de Posner *et al.* (1982), a mudança conceitual ocorre da substituição de uma concepção pré-existente, muitas vezes equivocada, por outra na estrutura cognitiva do sujeito. Além disso, este MMC propõe que as concepções prévias tratam-se de algo já claramente articulado e formulado.

Moreira e Greca (2003), em um estudo de revisão sobre MMC, apontam algumas críticas ao trabalho de Posner *et al.* (1982), como a da interpretação do que seja uma concepção prévia. Diferentemente do modelo clássico, Moreira e Greca (2003) acreditam, baseados na TAS, que as concepções prévias de um aluno podem não ser convicções sobre como algo funciona, mas pode-se existir imagens ou representações em sua estrutura cognitiva advindas de sua vivência, sobre como tal coisa funciona.

Neste estudo de revisão, os autores citam a ideia de “ecologia conceitual”, que deve levar em conta não só os fatores epistemológicos da História e Filosofia da Ciência, mas também fatores pessoais, institucionais e sociais. Esta ideia permite a reflexão de que concepções prévias devem ser vistas como algo em desenvolvimento, que está em constante interação e que possui um caráter dinâmico.

Moreira e Greca (2003) questionam a funcionalidade deste modelo conceitual por acreditar que concepções prévias são estruturas altamente resistentes a mudanças, por tratarem-se de aprendizagens significativas. Diante disso, neste estudo se propõe um modelo de mudança conceitual dentro da perspectiva da Aprendizagem Significativa, que acredita na incorporação de novos significados às concepções prévias dos alunos, sem necessariamente ter que excluí-las para se ter uma mudança conceitual.

A mudança conceitual irá ocorrer da maturação de um conhecimento já existente, onde se estabelecerá uma relação entre a estrutura conceitual anterior e a adquirida após o processo da aprendizagem significativa. “A concepção torna-se mais elaborada, ou mais rica, em termos de significados adicionados a ela, ou evolui sem perder sua identidade” (MOREIRA; GRECA, 2003, p.5).

Para a aprendizagem significativa, subsunçores modificados representam a fase final do processo de assimilação de uma nova ideia. Este processo decorre de uma nova ideia potencialmente significativa que se relaciona com outra ideia já consolidada e gera um produto internacional, que acarreta na dissociação de conceitos e direciona para uma ideia mais estável.

Isto posto, para que se compreenda uma mudança conceitual dentro da ótica da aprendizagem significativa, é necessário entender que para ocorrer a mudança conceitual os conhecimentos já existentes se integrem a um novo conhecimento e consiga ressignificar-se e não ser totalmente excluído de sua estrutura cognitiva.

Seja o conceito errôneo ou não, este tem de ser levado em consideração para que futuramente, dentro do processo da mudança conceitual, ele possa ser flexível a uma mudança. É necessário que conhecimentos prévios sejam consolidados e valorizados, para que se possa mostrar ao aluno uma teoria que vai de encontro com uma que ele já sabe, onde desta forma ele possa criar uma relação entre elas e, por meio de uma metodologia bem trabalhada, ele possa convergir para uma mudança conceitual.

A seguir, irá apresentar-se uma metodologia que propõe a valorização da consolidação de conhecimentos prévios em que se busca realizar uma mudança conceitual através da proposição de problemas e desafios, que busquem confrontar uma ideia estabelecida inicialmente com outra que possui um ponto de vista diferente.

2.4 Metodologia Procedimento Cognitivo Metodológico de Apreensão (PCMA)

A metodologia PCMA foi proposta por Sales (2005) em seu trabalho de dissertação para o ensino da Física Moderna e Contemporânea. Esta trata-se de uma estratégia metodológica que procura facilitar a apreensão de conhecimentos e tem como aporte teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa e o Modelo de Mudança Conceitual Significativo de Moreira e Greca (2003).

O PCMA consta de uma sequência didática composta de cinco fases, onde se investigam quais os conhecimentos prévios do aluno e os consolidam, apresenta-se aos alunos situações

problema que se conflitam com o que ele já sabe, propõe caminhos e teorias alternativas para a resolução de tais situações e busca conceber uma convergência conceitual significativa.

Segundo Pais (2002), sequências didáticas são atividades previamente planejadas e examinadas para a verificação de situações de aprendizagem e com o objetivo de alcançar objetivos definidos. Além disso, Psillos e Kariotoglou (2016) propõem que uma sequência didática possa utilizar princípios de outras grandes teorias epistemológicas em sua elaboração para que se possam criar objetivos gerais e definir ações a serem tomadas dentro da metodologia da sequência didática.

Dessa forma o PCMA, como sequência didática, possui as seguintes fases de intervenção metodológica : (1) consolidação dos conhecimentos prévios; (2) conscientização dos conflitos empíricos; (3) constatação das concepções alternativas; (4) comparação com teorias científicas; (5) convergência para uma mudança conceitual.

A consolidação de conhecimentos prévios tem o objetivo de verificar se os alunos possuem ou não conhecimentos prévios sobre o assunto. Esta etapa da metodologia configura-se pelo professor avaliar o aluno, a saber, quais as noções que o mesmo possui sobre o assunto.

Como a metodologia foi proposta para o ensino da FMC, é importante que os alunos tenham seus conhecimentos prévios sobre a Física Clássica bem consolidados para a introdução de um conflito conceitual entre um ponto de vista que possui diferenças entre a Física Clássica e a FMC.

Na etapa de conscientização de conflitos empíricos é mostrado ao aprendiz situações que a Física Clássica não consegue interpretar. É neste momento que se cria um conflito cognitivo na mente do aluno e busca-se modificar as ideias presentes; com a criação de um paradigma conceitual, levanta-se um questionamento científico e o aluno passa a estar mais próximo do conhecimento.

A constatação de concepções alternativas é um momento em que o professor faz uma intervenção em sala de aula e apresenta teorias que mais se aproximam do conflito conceitual estabelecido na etapa anterior. Neste momento, o professor tem um papel fundamental de mediador e de guia para a solução dos problemas.

A comparação com teorias científicas é a etapa onde é mostrado ao aluno as teorias da FMC que comprovam os fatos observados durante todas as etapas anteriores. Neste momento, o aprendiz entende que existe uma teoria que garante uma comparação com o que era conhecido do aluno e o novo conteúdo proposto.

Na última etapa, que busca uma convergência para uma mudança conceitual, tem-se a consolidação do conhecimento adquirido pelo aluno durante o processo, em que ele saiu de um

conhecimento prévio sobre um determinado assunto e, após todo o tratamento da metodologia, ele conseguiu reestruturar seus conceitos já existentes e mudá-los para novos, advindos de uma nova teoria.

A mudança conceitual desejada nesta última etapa parte do pressuposto que os conhecimentos prévios do aluno se reorganizam em sua estrutura cognitiva de forma que ele consiga aprimorar sua compreensão sobre os fenômenos físicos que o cercam. Para o entendimento de fenômenos que a FMC explica, é necessário que os conhecimentos prévios do aluno sobre a Física Clássica sejam modificados, porém não excluídos, para que ele consiga convergir para uma mudança conceitual.

Visto que o PCMA permite o uso de outras metodologias como recurso auxiliar no decorrer do procedimento metodológico, na próxima seção apresentam-se algumas metodologias ativas e seus benefícios para sua integração em outras metodologias para um melhor processo de ensino e de aprendizagem.

2.5 Objetos de Aprendizagem (OA)

Os objetos de aprendizagem (OA) apresentam-se como uma ferramenta de grande proveito para o ensino e aprendizagem de diversos conteúdos e conceitos. Este recurso de aprendizagem tem se mostrado muito eficaz por apresentar funcionalidades que se mostram vantajosas para melhorar o ensino (AGUIAR; FLORES, 2014).

Segundo Wiley (2000, p.2), um OA “[...] é qualquer recurso digital que pode ser reusado para apoiar a aprendizagem”, ou seja, qualquer recurso digital como, por exemplo: textos, animações, vídeos, imagens, aplicações, página web em combinação, simuladores, que deem suporte ao ensino e à aprendizagem.

Um objeto de aprendizagem (OA) pode ser representado como uma ferramenta que serve de estrutura para que outros elementos se encaixem e possam assim contribuir para a construção do conhecimento. Sales (2016, p. 24) classifica um OA como uma espécie de “partícula” ou “tijolo didático” que é reutilizável e, assim, pode compor uma unidade de aprendizagem.

Um objeto de aprendizagem (OA) tem uma estrutura bem definida e dividida. Segundo Singh (2001), ela se divide em:

1. **Objetivos:** lista de conhecimentos prévios necessários para um bom aproveitamento de todo conteúdo disponível.
2. **Conteúdo instrucional:** para que o aluno possa atingir os objetivos citados é necessário a elaboração e apresentação de todo o material didático a ser usado.
3. **Prática e *Feedback*:** avaliação do aprendiz sobre seu desempenho e sobre suas expectativas sobre o processo de aprendizado com o OA.

No Quadro 1, a seguir, são apresentados elementos e características, de um OA, necessários para atender a estrutura citada.

Quadro 1: Elementos e características de um Objeto de Aprendizagem

Reusabilidade	O objeto pode ser reutilizado diversas vezes, em diferentes contextos e situações de ambientes de ensino.
Adaptabilidade	Adaptável a qualquer ambiente de ensino seguindo critérios de interoperabilidade e portabilidade.
Granularidade	Relação do tamanho do objeto e maior responsável pela reutilização e portabilidades.
Acessibilidade	Acesso fácil em dispositivos ligados à internet.
Durabilidade	Utilizável em mudanças de tecnologia.
Interoperabilidade	Habilidade operacional em diversos browsers de navegação e sistemas operacionais distintos.
Metadados	Descreve o objeto de acordo com título, autor, data, assunto, objetivo, recurso utilizado para facilitar a localização do objeto na rede.

Fonte: Mendes e Caragnato (2004).

Os OAs devem conter uma interface que gere satisfação ao usuário, que não cause fadiga ou cansaço devido à uma sobrecarga de informações ou imagens. O principal objetivo desta ferramenta é valorizar os aspectos lúdicos, despertar a criatividade, gerar um processo de aprendizagem através da descoberta e compreensão de fenômenos por meio da tecnologia (SALES, 2005).

2.6 Metodologias Ativas na Educação

Devido à predominância de um ensino com influência do método tradicional, em que o aluno tem uma postura passiva no processo de ensino e apenas recebe e memoriza informações, urge a necessidade de que se crie um novo perfil docente. Neste intuito, a formação de professores deve ser repensada buscando levar o professor a assumir uma postura reflexiva, investigativa, crítica, procurando ressignificar saberes já construídos (DIESEL *et al.*, 2017).

Dentro dessa perspectiva, percebe-se que cada vez mais cresce a preocupação de que os alunos devam se tornar o elemento principal do processo de ensino e de aprendizagem. Diante disso, surgiram as metodologias ativas, que propõem que os alunos devam desenvolver a autonomia nos estudos, através de atividades que estimulem um maior envolvimento com a contextualização, a interdisciplinaridade e a problematização.

Por Metodologia Ativa entendemos todo o processo de organização da aprendizagem (estratégias didáticas) cuja centralidade do processo esteja, efetivamente, no estudante. Contrariando assim a exclusividade da ação intelectual do professor e a representação do livro didático como fontes exclusivas do saber na sala de aula (PEREIRA, 2012, p.6).

Com o objetivo de tornar o processo de ensino e de aprendizagem mais consistente, as metodologias ativas ensinam que o aluno seja o agente principal responsável pela sua aprendizagem e o professor tenha o papel de mediador e facilitador da aquisição de conhecimento.

Conceber o ato de ensinar como ato de facilitar o aprendizado dos estudantes faz com que o professor os veja como seres ativos e responsáveis pela construção de seus conhecimentos, enquanto ele passa a ser visto pelos alunos como facilitador dessa construção, como mediador do processo de aprendizagem, e não como aquele que detém os conhecimentos a serem distribuídos (OLIVEIRA, 2010, p. 29).

Wilsek e Tosin (2010) afirmam que ensinar ciências através de um método ativo significa inovar e mudar o foco, fazendo com que a aula deixe de ser uma mera transmissão de conteúdo. As metodologias ativas têm por finalidade a aprendizagem por meio de situações-problema ou enigmas que desenvolvam habilidades cognitivas primordiais a todas as áreas de conhecimento, focando a aprendizagem no aluno.

Diante do exposto, a seguir, foram apresentadas algumas técnicas metodológicas que foram utilizadas neste trabalho: a Gamificação e o Ensino Híbrido. Tais técnicas, aliadas ao uso de ferramentas digitais, podem proporcionar uma situação favorável à aprendizagem centrada no aprendiz.

2.6.1 Gamificação

Devido à preocupação de proporcionar um cenário de sala de aula com um ambiente mais engajado no aprendizado do aluno, a gamificação surge como uma metodologia ativa que busca motivar os alunos ao inserir elementos de jogos às atividades didáticas (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2013).

Utilizando princípios do *design* de jogos no ambiente de aprendizagem, a gamificação tem o propósito de engajar, motivar e melhorar a produtividade e o desempenho dos alunos que estão envolvidos no processo de ensino (STUDART, 2015). Dentro do contexto educacional, essa estratégia proporciona que o sujeito seja ativo no processo de construção do seu conhecimento e alcance a motivação necessária para concluir objetivos específicos (SILVA; SALES, 2017).

Kapp (2012) define a gamificação como sendo uma aplicação apropriada de três elementos dos jogos, mecânica, estética e conceito, com o objetivo de proporcionar o engajamento entre as pessoas, motivar ações, encorajar a aprendizagem e promover a resolução de problemas.

Ademais, o uso da gamificação possibilita aos alunos, por meio de desafios e situações-problema, participar de sistemas de bonificação que proporcionam aos mesmos um maior envolvimento e atuação no assunto que está sendo abordado. Essa perspectiva mostra que através das características facilitadoras e existentes na gamificação, é possível oportunizar um maior envolvimento emocional dos alunos (BUSARELLO; ULBRICHT; FADEL, 2014).

Entretanto, é importante destacar que apesar da gamificação usar elementos de *games* advindos das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), que de fato facilitam as possibilidades de implementação da gamificação, isso não implica que as TDIC sejam um pré-requisito de uma estratégia baseada na gamificação.

Embora a esmagadora maioria dos exemplos atuais de “gamificação” seja digital, o termo não deve se limitar à tecnologia digital. Não só a convergência de mídia e a computação ubíqua tornam cada vez mais turva a distinção entre digital e não digital: os jogos e o design de jogos são, eles próprios, categorias transmediais (DETERDING *et al.*, 2011, p.3).

No atual cenário educacional, a estratégia de utilizar elementos de jogos para motivar os alunos já é aplicada. Porém, em muitos casos seu uso se dá de forma errônea, o que não proporciona efeitos tão satisfatórios. De acordo com Silva e Sales (2017), o uso superficial de conceitos de gamificação, sem uma aplicação bem planejada e que esteja agregada a um conhecimento científico, são causas de um fracasso na tentativa de aplicação desta estratégia.

No ensino tradicional encontramos a falta de *feedbacks* imediatos, onde normalmente os alunos são sujeitos a avaliações exaustivas, onde o aluno só se tornará ciente do seu desempenho muito tempo depois. Ademais, Domínguez *et al.* (2013) destacam que o *feedback* imediato é um dos elementos que tornam os games mais atrativos e envolventes, e trazer isso para o contexto educacional pode proporcionar resultados positivos dentro duma sociedade contemporânea.

Portanto, a gamificação deve ser vista como uma alternativa para os métodos tradicionais de educação, proporcionando um sistema de aprendizado no qual os alunos possam enxergar as intervenções de suas ações na construção do seu próprio conhecimento, e não como o “remédio” para todos os problemas que a educação enfrenta (FARDO, 2013).

2.6.2 Ensino Híbrido

O Ensino Híbrido (EH), ou *Blended Learning*, se apresenta como uma ferramenta metodológica capaz de promover um ensino ativo e disruptivo (DZIUBAN *et al.* 2004). Esta prática pedagógica harmoniza a realização de aulas presenciais e a distância e tem como objetivo tornar o aprendiz em um sujeito autônomo. Para Jarvela e Hadwin (2013) o EH possui tal característica, pois estimula a colaboração, a autonomia e o aprendizado.

Para Bergmann e Sams (2012), a expressão *ensino híbrido* está estabelecida em um modelo de educação híbrida, onde não existe somente uma única forma de aprender e que o processo de aprendizagem é um um processo contínuo, que pode ocorrer de diferentes formas e em diferentes espaços. A principal ideia de um modelo de ensino híbrido é propor, por exemplo, um modelo de ensino entre uma sala de aula tradicional e o espaço virtual e torná-los complementares. Desta forma, o ensino híbrido proporciona ao professor uma associação metodológica que pode impactar de forma positiva sua sala de aula e o processo de ensino aprendizagem de seus alunos. Christensen, Horn e Staker (2013) classificam as possibilidades de ensino híbrido como *inovações sustentadas* e *disruptivas*.

As inovações sustentadas pretendem integrar metodologias tradicionais e *online* fazendo uso de modelos de rotação que não causem mudanças radicais na estrutura das escolas. Os modelos de rotação propõem que os alunos realizem um roteiro de atividades proposto pelo professor, onde parte destas atividades serão realizadas na modalidade *online*. Os modelos se dividem em: Rotação por Estações, Laboratório Rotacional, Sala de Aula Invertida e Rotação individual (CHRISTENSEN; HORN; STAKER, 2013). No modelo de Rotação por Estações,

os alunos são divididos em grupos que realizam diferentes atividades e revezam-se entre estações. Já no modelo do Laboratório Rotacional, os alunos realizarão a etapa *online* do ensino no Laboratório de Informática da escola. Na Sala de Aula Invertida, os estudantes terão acesso ao conteúdo *online* que foi tratado pelo professor na sala de aula para se apropriarem do assunto. Por fim, na Rotação Individual, os alunos terão acesso a roteiros personalizados e individualizados para condução de suas atividades.

Já as inovações disruptivas têm como premissa o afastamento da sala de aula tradicional, permitindo assim o uso de modelos *online* e ferramentas digitais, como objetos de aprendizagem. As inovações disruptivas, também, se dividem em modelos, são eles: *Flex*, *À La Carte* e Virtual Aprimorado. A priori, no modelo *Flex*, o ensino *online* é predominante. Porém, isso não exclui a possibilidade da realização de atividades *offline*, e cada aluno recebe um roteiro individual baseado em seus interesses e nas orientações do professor. No modelo *À La Carte*, a base do curso é totalmente *online* e os alunos podem desenvolver as atividades no ambiente escolar. No modelo Virtual Aprimorado é necessário que o ambiente escolar esteja totalmente adaptado ao uso de tecnologias digitais, onde os alunos irão realizar as atividades *online* e sua presença na escola será minimizada.

Para que o Ensino Híbrido tenha eficiência como modelo de ensino, é necessário que sejam criados ambientes didáticos capazes de estimular e significar a aquisição de novos conhecimentos, estimulando assim a autonomia e o pensamento crítico dos alunos (MORAN, 2013).

Contudo, somente o uso de ferramentas digitais não assegura o sucesso do EH, pois é necessário que seja elaborado um planejamento adequado e capaz de trazer novas metodologias no contexto escolar. Essa metodologia tem um grande potencial para promover um ensino conceitual e uma melhor apreensão e compreensão dos assuntos abordados (BERGMANN; SAMS, 2012; MAZUR, 2013).

3 METODOLOGIA

Esta seção documenta a metodologia implementada durante a pesquisa. Esta teve natureza quali-quantitativa, uma vez que se buscou analisar, além dos resultados obtidos nos testes, possíveis mudanças nos modelos mentais dos alunos, evidenciadas em seus discursos ou nos métodos escolhidos para resolver os problemas propostos. Por se propor a investigar um fenômeno de forma empírica inserindo-se em seu contexto, configura-se como um estudo de caso (YIN, 2010). A pesquisa aconteceu no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), campus Fortaleza, e as atividades foram aplicadas sob a forma de aulas de Física Moderna ofertadas a nove alunos regularmente matriculados na disciplina de Física VI do Ensino Médio Integrado. A classe possuía 15 alunos matriculados, porém apenas os nove participantes se comprometeram a realizar as atividades das aulas de Física Moderna. Destes, apenas sete compareceram a aula realizada a distância. A turma foi escolhida por já estar nos últimos semestres do curso, tendo assim visto a maioria dos conceitos abordados pela Física Clássica, que seria usada como base de comparação para as ideias trazidas pela Física Moderna.

O estudo se propôs a analisar as contribuições de uma sequência didática estruturada sobre o Procedimento Cognitivo Metodológico de Apreensão (PCMA). Com este fim, propôs-se uma série de atividades e testes explicitados nas seções a seguir.

3.1 Etapas da Pesquisa

A pesquisa aconteceu em dois momentos, de maneira presencial e a distância, tendo sido estruturada na forma de aulas de Relatividade Restrita e Geral. Inicialmente, havia a intenção de aplicar a pesquisa apenas na forma presencial. No entanto, devido à impossibilidade de realização de aulas presenciais causada pela pandemia de Covid-19², a metodologia da pesquisa precisou ser adaptada para contornar este problema.

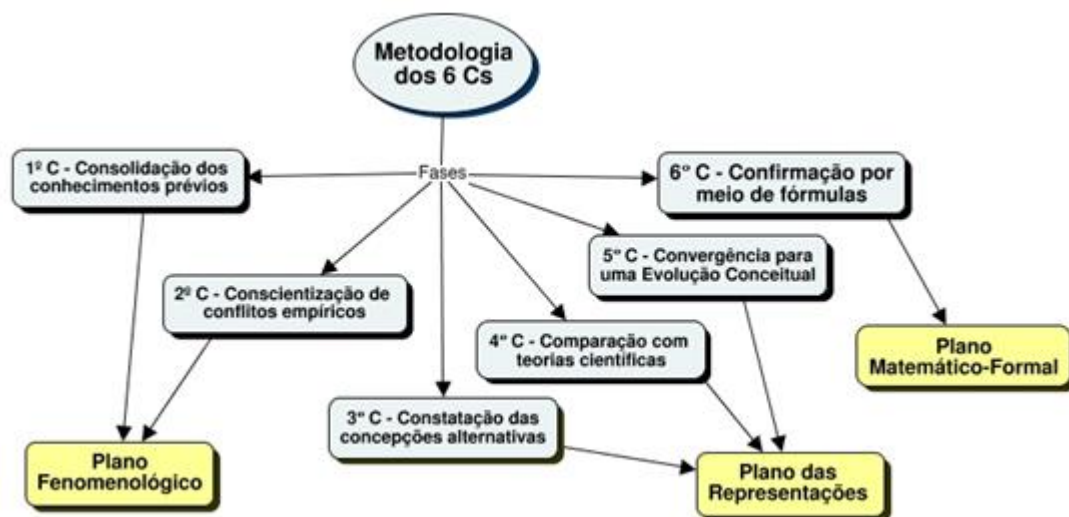
A primeira aula ocorreu no Laboratório de Informática Aplicada à Educação do IFCE com nove alunos presentes. Já a segunda aula também contou com a presença de nove alunos,

² A [Covid-19](#), uma doença respiratória aguda causada pelo [coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2 \(SARS-CoV-2\)](#), causou uma pandemia em 2020. Em março desse ano, o Governo do Estado do Ceará suspendeu uma série de serviços, incluindo a realização de aulas presenciais.

entretanto foi realizada de maneira remota, com o apoio da ferramenta de videoconferência *Jitsi*³. A ferramenta foi escolhida por ser um recurso gratuito, não necessitar de instalação e ser multiplataforma. Ademais, nos dois momentos foram utilizados recursos digitais que permitiram a utilização de vídeos, simulações e a realização de questionários gamificados. Além disso, a ferramenta Google Forms foi utilizada para coletar informações sobre a realização das aulas.

Apesar das diferenças de formato, ambas as aulas mantiveram a mesma estrutura, seguindo a sequência didática elaborada com base no PCMA, como pode ser vista na figura 2 a seguir.

Figura 2 - As Etapas do PCMA



Fonte: Adaptado de Sales (2005).

A sequência didática organizou-se da seguinte forma:

- Uma situação hipotética é proposta aos alunos. Os estudantes já possuíam os conhecimentos prévios necessários para a realização desta questão.
- Uma nova situação é proposta, mas apesar das similaridades, os métodos utilizados na resolução da primeira questão não permitem que os alunos cheguem a uma conclusão satisfatória. Evidenciando os conflitos empíricos entre as teorias utilizadas.

³ <https://jitsi.org/>

- O professor então apresenta aos estudantes as diferenças entre as teorias de maneira formal utilizando situações que explorem os conhecimentos prévios dos alunos, bem como recursos que facilitem a compreensão dos conceitos abordados e a visualização dos componentes matemáticos envolvidos nos fenômenos.
- Os alunos são confrontados com uma nova situação que trata do assunto explorado durante a aula. É esperado que os mesmos, agora de posse dos novos conhecimentos, possam ser capazes de responder a questão de maneira correta.

Desta forma, os recursos e dinâmicas utilizadas durante as aulas buscavam, inicialmente, estabelecer uma correlação entre os conhecimentos prévios dos alunos e o assunto abordado. Além disso, buscou-se apresentar situações que levassem os estudantes a notarem possíveis discrepâncias entre o entendimento que os mesmos traziam da matéria e o novo conteúdo. Ainda, tentou-se estimular a participação dos alunos utilizando atividades gamificadas e ferramentas digitais para facilitar a exposição dos conceitos.

Cada etapa desta sequência didática é registrada na forma de questionários e testes, além de ter o apoio de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC). Com os dados coletados através das atividades é possível registrar indícios da ocorrência de aprendizagem em diferentes níveis. Dessa forma, e utilizando ferramentas que permitam um *feedback* imediato, o professor é capaz de ter noções mais precisas das dificuldades da turma e atuar de forma a minimizá-las.

3.2 Recursos Utilizados

Para a realização das aulas foram utilizadas ferramentas digitais que pudessem facilitar a implementação das técnicas pedagógicas empregadas. As aulas contaram com apresentações de slides intercaladas com a utilização de vídeos e outras ferramentas, como objetos de aprendizagem, vídeos e questionários gamificados. Para compartilhar os links e materiais utilizados quando da segunda aula, foi utilizado o aplicativo *Whatsapp*.

Os vídeos escolhidos como material didático estavam disponíveis no site Youtube quando da data de aplicação das atividades e foram utilizados como forma de melhor ilustrar os conceitos abordados durante as aulas. Para Agazio e Buckley (2009), a utilização do Youtube pode promover e estimular novos métodos de ensino e aprendizagem, além de permitir novas possibilidades de atividades educacionais. Ademais, pode ser utilizado para auxiliar na

passagem de novos conhecimentos, levando a uma abordagem construtivista do aprendizado (SZETO; CHENG, 2013).

Os vídeos tratam dos assuntos vistos durante a aula, fornecendo novas abordagens aos conceitos vistos. Além disso, apresentam situações que podem gerar questionamentos por parte dos alunos. O primeiro vídeo expõe o Paradoxo dos Gêmeos⁴; na segunda aula foram utilizados vídeos para tratar da equivalência entre gravidade e aceleração sob a perspectiva de Einstein⁵ e do desvio sofrido pela luz em decorrência de grandes campos gravitacionais⁶.

As apresentações também contaram com a utilização de objetos de aprendizagem, que segundo Macêdo e Dickman (2009) podem proporcionar atividades mais lúdicas e atraentes aos alunos, integrando conceitos físicos a elementos matemáticos. Foram utilizados os OAs Light Clock⁷, Trem de Einstein⁸ e Elevador de Einstein⁹. Desta forma, puderam ser utilizadas ferramentas para manipular fenômenos que, de outra forma, não poderiam ser transportados para o contexto da sala de aula (TAVARES, 2008).

Também foi feito o uso de questionários gamificados como forma de avaliação dos conhecimentos dos alunos. A gamificação é um método utilizado para aplicar elementos de jogos em contextos diversos (DETERDING et al., 2011). Na Educação, a gamificação se apresenta como um meio de proporcionar jogos criativos em sala de aula, sem prejudicar a natureza científica do currículo (NOLAN; McBRIDE, 2014).

Em um contexto educacional, a gamificação promove um desenvolvimento potencial do pensamento crítico e da capacidade de realizar tarefas simultâneas, enquanto treina nativos digitais de forma bem sucedida (KAPP, 2012). A ferramenta utilizada para implementar os testes gamificados foi o site Quizizz¹⁰, que permite que professores possam criar e reutilizar questionários gamificados, além de compartilhá-los de maneira gratuita. Esse recurso

⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=98OvQpOkOIU>

⁵ https://www.youtube.com/watch?v=H_w6mYPniFM

⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=IZLXpR2fE3s>

⁷ http://galileoandeinstein.physics.virginia.edu/more_stuff/Applets/Lightclock/home.html

⁸ <http://novaescola.org.br/arquivo/animacoes/trem-einstein.html>

⁹ <http://novaescola.org.br/arquivo/animacoes/elevador-einstein.html>

¹⁰ <https://quizizz.com/>

educacional melhora a experiência de aprendizado dos estudantes e é uma forma divertida de promover exercícios em sala de aula, além de estimular o interesse em aprender (ZHAO, 2019).

Além disso, o uso de questionários com perguntas distribuídas ao longo das apresentações buscou documentar a forma como os alunos se relacionavam com os conteúdos expostos e possíveis indícios de aprendizado. Uma primeira questão foi utilizada para gerar familiaridade com os conhecimentos prévios dos alunos, enquanto questões subsequentes foram utilizadas como forma de explicitar as diferenças entre o que o estudante já sabe e o conhecimento que o professor busca ensinar. As questões da primeira aula foram respondidas em folhas de papel e devolvidas ao professor. Já na segunda aula, as perguntas foram aplicadas utilizando a ferramenta Formulários Google. No quadro 2, a seguir, são expostas as questões utilizadas.

Quadro 2 - Questões Abertas Feitas em Sala de Aula

Questões Abertas Utilizadas Durante a Aula	
Aula 1	P.1 Utilizando os seus conhecimentos de Física, calcule o tempo gasto em uma viagem entre duas cidades a 200 km de distância uma da outra, em um carro que se move com velocidade constante de 50 km/h.
	P.2 Os Múons são partículas que se formam a 9000 m de altitude a partir dos raios cósmicos e tem apenas 2 microssegundos (2×10^{-6} s) para se desintegrarem viajando a 0,998 c (299.400.000 m/s). Utilizando as equações do movimento da Física Clássica , determine se o Múon é capaz de chegar à superfície da Terra antes de se desintegrar.
	P.3 Os Múons são partículas que se formam a 9000 m de altitude a partir dos raios cósmicos e tem apenas 2 microssegundos (2×10^{-6} s) para se desintegrarem viajando a 0,998 c (299.400.000 m/s). Utilizando as equações do movimento da Relatividade Restrita , determine se o Múon é capaz de chegar à superfície da Terra antes de se desintegrar.
Aula 2	P.1 Baseado no que você sabe sobre a gravidade, responda: Uma pedra abandonada de uma certa altura fixa, cairia mais rápido na Terra ou na Lua? Por quê isso acontece?
	P.2 A gravidade na superfície terrestre vale, aproximadamente, $9,8 \text{ m/s}^2$. Imagine que um avião supersônico se move com uma aceleração de $29,4 \text{ m/s}^2$. Qual seria a força exercida pelo assento nas costas de um piloto com uma massa de 70 Kg?
	P.3 Um cientista quer construir uma estação espacial, mas os astronautas precisam de uma área onde haja “gravidade” para não sofrerem efeitos negativos ao permanecerem muito tempo em “zero G”. Ele decide então construir um anel que gira com velocidade constante para simular os efeitos da gravidade. Sabendo que o anel possui um raio de 22,5 m, qual deve ser a velocidade tangencial do mesmo para que a “gravidade” gerada pelo anel tenha o mesmo valor que a da Terra? Uma pessoa, levada da Terra a esta estação, poderia dizer se está sob a ação da gravidade ou de um movimento acelerado? Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$

Fonte: Autor (2020).

Ademais, ao final da aplicação da pesquisa foi realizado um questionário de 14 perguntas, com as 13 primeiras sendo de múltipla escolha e a última aberta, com o objetivo de colher as opiniões dos alunos a respeito das ações e recursos utilizados durante a intervenção pedagógica. As questões estão expostas no Quadro 3, a seguir.

Quadro 3 - Questionário Sobre a Visão dos Estudantes

Questionário Sobre as Aulas de Relatividade
Q1. Você já havia visto o conteúdo de Física Moderna durante o seu curso?
Q2. Na sua opinião, é possível relacionar os conceitos de Física Moderna com elementos e situações do cotidiano?
Q3. O uso de vídeos e animações ajuda a ilustrar os conceitos abordados pelo professor?
Q4. Estudar utilizando somente o livro didático é a melhor maneira de absorver o conteúdo?
Q5. O uso de simulações o ajuda a visualizar melhor os fenômenos estudados?
Q6. Em sua opinião, o método de ensino tradicional, no qual o professor copia o conteúdo no quadro, explica e passa exercícios, é o mais eficiente?
Q7. É importante que o professor faça uso de múltiplos recursos didáticos (vídeos, jogos, simulações, etc.) durante a aula?
Q8. Você tem acesso à internet em casa?
Q9. Você possui um smartphone?
Q10. Você acredita que o Ensino à Distância é tão eficiente quanto aulas presenciais?
Q11. Você encontrou dificuldades com as ferramentas utilizadas durante as aulas "on line"?
Q12. O formato de quizzes torna a resolução de questionários mais interessante?
Q13. É necessário ter mais disciplina ao estudar à distância?
Q14. Quais dificuldades você encontrou durante as aulas online? Como elas poderiam melhorar?

Fonte: Adaptado de Silva (2018).

O questionário foi analisado de forma quantitativa, buscando fazer correlações entre as opiniões dos alunos e os resultados obtidos nos testes e proposições realizadas no decorrer da aula. Na próxima seção, os dados obtidos durante o estudo são explorados e interpretados, levando em consideração os objetivos que motivaram o desenvolvimento da pesquisa.

4 RESULTADOS

Neste capítulo são feitas a apresentação e a análise dos resultados obtidos durante o estudo realizado. As informações obtidas durante a pesquisa são organizadas em seções de acordo com os métodos pelas quais foram obtidas.

4.1 Opiniões dos Alunos Sobre as Aulas

Para este questionário foi utilizada uma série de perguntas que pretendia avaliar a experiência dos estudantes durante as aulas. Entre as questões, algumas (Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, Q10, Q11, Q12 e Q13) utilizaram o modelo da escala Likert. Outras foram perguntas diretas, de sim ou não (Q1, Q8 e Q9), e a última questão (Q14) pedia que os alunos falassem das dificuldades enfrentadas durante a aula e dessem possíveis sugestões de como melhorá-la.

As respostas das perguntas na escala Likert foram organizadas de forma numérica para uma melhor organização. As respostas “*concordo totalmente, concordo parcialmente, indiferente, discordo parcialmente e discordo totalmente*” equivalem, respectivamente aos números 5, 4, 3, 2 e 1. As respostas estão expostas no Quadro 4.

Quadro 4 - Respostas dos Alunos Sobre as Aulas

Respostas dos Alunos ao Questionário de Satisfação													
	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	Q 9	Q 10	Q 11	Q 12	Q 13
Alun o 1	Não	5	5	2	5	2	5	Sim	Sim	1	1	4	1
Alun o 2	Não	4	1	4	5	4	5	Sim	Não	2	1	5	5
Alun o 3	Não	2	4	2	4	4	4	Sim	Sim	1	3	1	5
Alun o 4	Não	5	5	1	5	2	5	Sim	Sim	4	1	5	5
Alun o 5	Sim	5	5	1	5	2	4	Sim	Sim	2	3	5	2

Aluno 6	Sim	5	5	2	5	3	5	Sim	Sim	1	1	4	3
Aluno 7	Não	4	5	3	5	4	3	Sim	Sim	2	3	2	3

Fonte: Autor (2020).

Através das respostas ao questionário é possível constatar que 71,4% dos alunos não haviam tido contato anterior com assuntos de Física Moderna durante o curso. Apesar disso, 85,7% dos entrevistados acreditam que o assunto pode se relacionar com situações encontradas em seu dia-a-dia.

Quanto ao uso de metodologias ativas e ferramentas digitais no ensino, aproximadamente 86% dos alunos responderam que o uso de vídeos e animações auxilia na exposição dos conceitos vistos em classe e 100% acreditam que simulações ajudam na visualização dos fenômenos estudados. Ademais, apenas 14% dos estudantes apontam que utilizar somente o livro didático é a melhor maneira de aprender.

Além disso, aproximadamente 43% dos alunos acreditam que o ensino tradicional, onde o professor utiliza apenas o quadro e o livro como recursos didáticos, é o mais eficiente. Ainda, 71,4% dos estudantes apontam que o uso de questionários gamificados torna as atividades mais interessantes. Por outro lado, 86% dos entrevistados são da opinião que o uso de múltiplos recursos didáticos por parte do docente, como vídeos, jogos e simulações, é importante.

Parte das aulas foi realizada fora do ambiente escolar, na forma de videoconferências. Quanto ao perfil dos alunos e como os mesmos se relacionam com as tecnologias utilizadas para permitir a promoção de aulas à distância, todos afirmaram possuir acesso à Internet em casa e apenas um disse não possuir *smartphone*.

Apesar de nenhum aluno ter experimentado dificuldades ao utilizar os recursos empregados nas aulas online, apenas 14,3% dos entrevistados acreditam que o ensino à distância é tão eficiente quanto às aulas presenciais. Um único aluno respondeu que é necessário ter mais disciplina ao estudar à distância. Além disso, a última pergunta do questionário solicitava que os estudantes relatassem possíveis dificuldades durante as aulas e, se possível, dessem sugestões sobre o que poderia ser feito para melhorá-las. As respostas a essa pergunta estão no Quadro 5, a seguir.

Quadro 5 - Sugestões Dadas Pelos Alunos

	Q 14
Aluno 1	A falta de um computador acaba que limitando minhas ferramentas.
Aluno 2	Nada. Estão ótimas
Aluno 3	Nenhuma dificuldade.
Aluno 4	A minha maior dificuldade foi na questão da interação da turma, que nas aulas online ficam confusas com todos falando ao mesmo tempo, enquanto na sala de aula você conseguiria entender facilmente.
Aluno 5	Aulas online são uma boa alternativa, mas menos efetivas que aulas presenciais. Quanto maior interação a turma tiver na aula online mais vai render
Aluno 6	Muitas pessoas falam ao mesmo tempo, distrações ao estar em casa em ambiente aberto, poderiam melhorar se fosse feito um sistema de solicitação de autorização pra falar.
Aluno 7	Nenhuma.

Fonte: Autor (2020).

É possível notar pelas respostas que a falta de organização causou dificuldades durante as aulas. Isso pode se dever à utilização de um ambiente virtual para a realização dos encontros, revelando a necessidade de se estabelecer um conjunto de regras que possa garantir que cada aluno se sinta confortável ao participar das aulas, interagindo com o professor e entre si.

Alguns alunos acompanharam as aulas através de *smartphones*, no entanto, as limitações dessa ferramenta não permitiram uma fácil alternância entre os momentos de exposição de conteúdos e a realização de exercícios. Além disso, a análise dos discursos coletados aponta para uma preferência dos alunos pelo modelo de aulas presenciais.

4.3 Conhecimentos Prévios e Conflitos Empíricos

Durante as aulas foram feitas perguntas que tinham o objetivo de registrar o pensamento dos alunos em cada etapa da aplicação da sequência didática. Em cada lição buscou-se criar situações que pudessem coletar os conhecimentos prévios dos alunos, além de apontar contradições entre estas percepções e os novos conceitos apresentados durante a aula.

A primeira aula foi focada para o estudo da Relatividade Restrita e em conceitos como a dilatação do tempo e a contração do comprimento. Inicialmente, foi solicitado que os alunos utilizassem seus conhecimentos sobre o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) para responder a uma pergunta que relaciona velocidade, deslocamento e tempo. Num segundo momento, os alunos deveriam, utilizando os conceitos de MRU, tentar resolver um problema em que os corpos se movem próximos à velocidade da luz.

Desta forma, era esperado que os alunos, ao perceberem que os resultados obtidos não condizem com o que ocorre na natureza, pudessem conscientizar-se das diferenças no estudo de movimentos próximos à velocidade da luz e em velocidades relativamente baixas. Após serem apresentados aos conceitos de dilatação do tempo e contração do comprimento, bem como às equações que descrevem estes fenômenos, foi pedido que os estudantes repetissem o exercício utilizando seus novos conhecimentos.

Os resultados de cada etapa deste exercício foram compilados no Quadro 6, abaixo.

Quadro 6 - Atividades da Aula Sobre Relatividade Restrita.

Relatividade Restrita							
	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3	Aluno 4	Aluno 5	Aluno 6	Aluno 7
P. 1	4h	4h	4h	4h	4h	4h	4h
P. 2	30s	30s	$4,5 \cdot 10^9 \text{m/s}$	598,8m	$45 \cdot 10^8 \text{m/s}$	-	-
P. 3	-	-	568,92m	568,92m	568,92m	-	-

Fonte: Autor (2020).

No Quadro 6, as respostas em azul indicam que os alunos acertaram as perguntas ou que, no caso da proposição 2, utilizaram um raciocínio válido para chegar à resposta esperada. As respostas em vermelho indicam que os alunos chegaram a conclusões sem apresentar um raciocínio coerente com o que era previsto ou deixaram de responder.

É possível notar que apesar de todos terem acertado a primeira proposição, apenas 42,85% dos alunos completaram adequadamente as proposições seguintes. Foi possível notar, durante a aula, que alguns dos alunos apresentaram dificuldades em trabalhar com notações científicas, além de que alguns dos participantes não estavam tão investidos na atividade quanto

outros. Em geral, é possível extrapolar que, pelo horário em que a aula aconteceu, os alunos já estariam cansados e não tão participativos.

Os alunos apresentaram abordagens diversas ao responderem a proposição 2. Os alunos 3 e 5, utilizando os dados fornecidos pela questão, chegaram à conclusão de que, pela Física Clássica, o múon deveria ter uma velocidade de $4,5 \times 10^9$ m/s, o que seria impossível. Já o aluno 4, notou que utilizando as equações que já conhecia, a partícula deveria percorrer apenas 598,8 m, fazendo com que a mesma fosse incapaz de percorrer a distância entre a camada superior da atmosfera e a superfície da Terra. Os três alunos, no entanto, chegaram à mesma conclusão de que, pela contração do comprimento no referencial do múon, apenas 568,92 m teriam sido percorridos. As respostas do aluno 4 são expostas na Figura 3, a seguir.

Figura 3 - Respostas do Aluno 4 Para as Proposições 2 e 3.

② $\Delta s = v \cdot t = 299.400.000 \cdot 2 \cdot 10^{-6} \rightarrow \Delta s = 299,4 \cdot 2 \rightarrow \Delta s = 598,8 \text{ m} \rightarrow \text{NÃO CHEGA NA SUPERFÍCIE DA TERRA}$

③ $l = 9.000 \cdot \sqrt{1 - \frac{0,9988^2}{2^2}} \rightarrow l = 568,9253 \text{ m}$

Fonte: Autor (2020).

Para a realização da segunda aula, à distância, as respostas dos alunos foram coletadas utilizando o Formulários Google. Por motivos alheios à vontade do professor, apenas sete dos alunos puderam participar da segunda aula. No entanto, esta diferença não impactou na análise dos dados, uma vez que as aulas tiveram assuntos diferentes e as atividades de cada encontro se deram de forma independente. Dessa forma, a cada etapa da aplicação da sequência didática, uma pergunta foi compartilhada com a sala. O segundo encontro abordou a Relatividade Geral, com ênfase na natureza da gravidade. As respostas às proposições utilizadas estão compiladas no Quadro 7, abaixo.

Quadro 7 - Atividades da Aula Sobre Relatividade Geral

Relatividade Geral

	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3	Aluno 4	Aluno 5	Aluno 6	Aluno 7
P. 1	Sim, pois a gravidade da Terra é maior que a da Lua.	Na terra, pois a gravidade na terra é bem mais densa do que na lua.	Terra	Na terra, pois a aceleração da gravidade é maior que a da Lua.	cairia mais rápido na terra, devido a gravidade na terra ser maior.	Na Terra. Pois devido a massa da Terra ser superior a da Lua, a atração gravitacional é maior	Na terra por causa da gravidade
P. 2	2058 N.	2058N	2058 n	2058 N	2058N	2058 N	2058
P. 3	15 m/s. Não vai ser possível distinguir, pois as acelerações são equivalentes.	15m/s	15m/s	15 m/s, uma pessoa não poderá dizer se está sob a ação da gravidade ou de um movimento acelerado, pois a aceleração será igual à da Terra.	V=15. A pessoa não saberá dizer se está sob ação da gravidade ou de um movimento acelerado.	15m/s. Não vai saber distinguir.	15 m/s

Fonte: Autor (2020).

A proposição inicial (P.1), tinha o objetivo de coletar os conhecimentos prévios dos estudantes e identificar se os mesmos seriam capazes de fazer a associação entre massa e gravidade. Todos os alunos responderam corretamente, ainda que alguns de maneira incompleta. A turma concluiu acertadamente que a pedra cairia mais velozmente na Terra, pois a gravidade da mesma é superior à da Lua. No entanto, apenas o aluno 6 justificou a maior gravidade da Terra com base em sua maior massa.

A segunda proposição buscava levar os alunos a relacionar a aceleração à gravidade de forma indireta. Todos os estudantes responderam de maneira correta e, com base nas respostas, o professor pôde introduzir o conceito de “força G” como sendo um múltiplo da gravidade terrestre, e que ao ser aplicada sobre um corpo teria o mesmo efeito de um campo gravitacional.

A terceira proposição apresentou uma situação na qual se buscava gerar uma aceleração que pudesse mimetizar a gravidade próxima a superfície da Terra, mas no espaço. Estabeleceu-se que essa “gravidade artificial” deveria ser produzida pelo girar de uma estrutura em forma de anel. Os alunos associaram corretamente a situação à aceleração centrípeta e chegaram à velocidade tangencial necessária. Os alunos 1, 4, 5 e 6 responderam de maneira completa, chegando à conclusão de que a aceleração seria indistinguível de um campo gravitacional. Os alunos 2, 3 e 7 apenas apresentaram a resposta matemática.

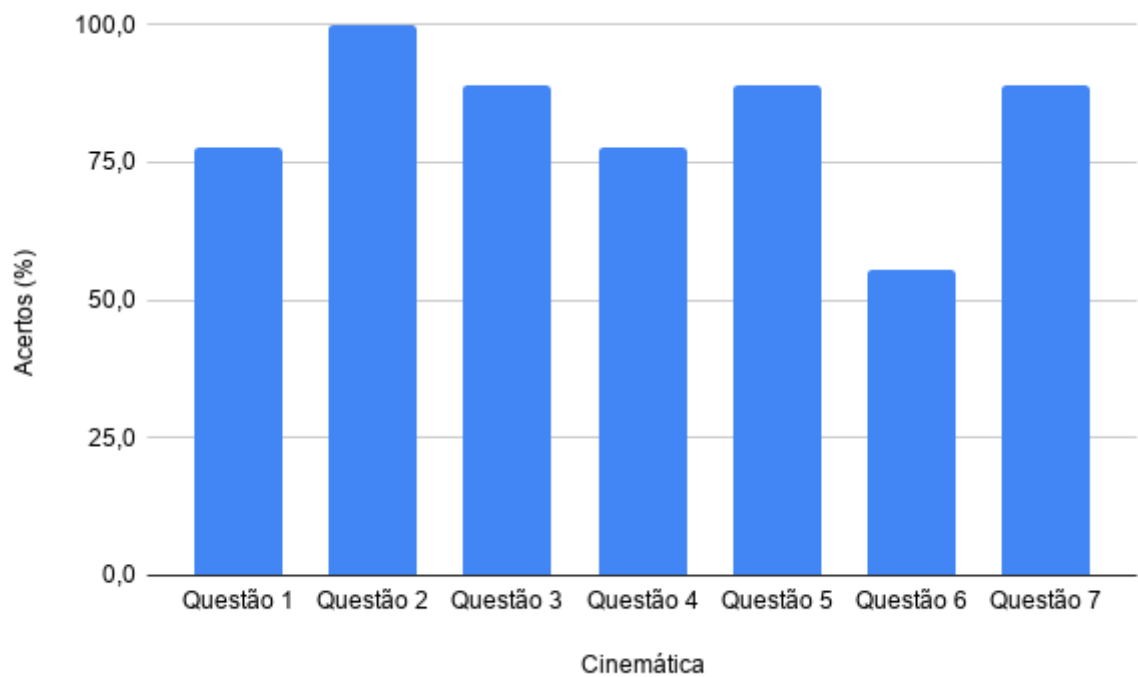
4.4 Questionários Gamificados

Os questionários gamificados foram utilizados em diferentes momentos durante a aula. Inicialmente, os mesmos tiveram a função de estabelecer a familiaridade dos alunos com conceitos necessários ao entendimento do conteúdo abordado nas aulas, além de checar conhecimentos prévios. Ao final das aulas, os *quizes* tinham a função de avaliar a assimilação do assunto pelos estudantes.

Ao analisar as respostas do *quiz* sobre Cinemática, é possível estabelecer que os alunos possuem um bom entendimento do assunto. As questões 2, 3 e 5, que exigiam um conhecimento matemático das equações do Movimento Retilíneo Uniforme, bem como interpretação de gráficos, tiveram 100%, 88,9% e 89,9% de acertos, respectivamente.

As questões 1, 4, 6 e 7 tiveram uma média de acertos ligeiramente menor e tinham como função avaliar os conhecimentos dos alunos a respeito de conceitos como velocidade, movimento e referencial. Essa diminuição no número de acertos aponta para uma pequena deficiência dos estudantes com relação aos elementos teóricos presentes na Cinemática, como velocidade, distância e tempo. As respostas dos alunos podem ser vistas na figura 4.

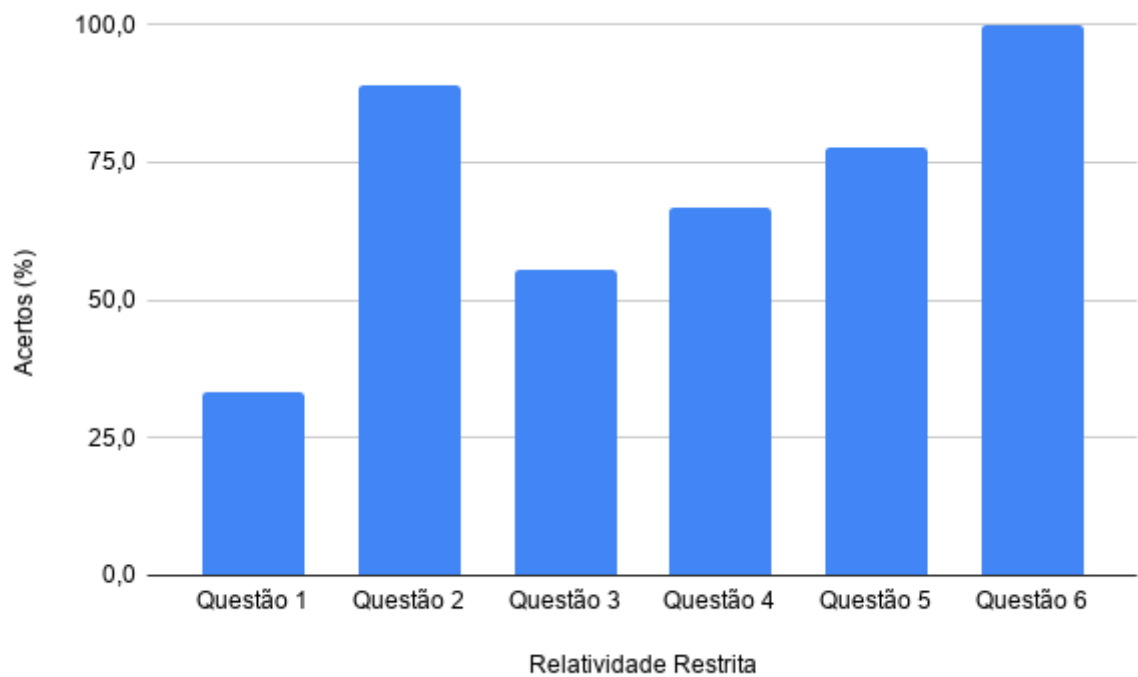
Figura 4 - Gráfico do Questionário Sobre Cinemática



Fonte: Autor (2020).

Ao final da primeira aula foi aplicado o questionário sobre Relatividade Restrita, que contou com seis questões e se propunha a buscar evidências de aprendizado dos conceitos vistos durante a exposição. O gráfico obtido através das respostas dos estudantes está na figura 5, a seguir.

Figura 5 - Gráfico do Questionário Sobre Relatividade Restrita



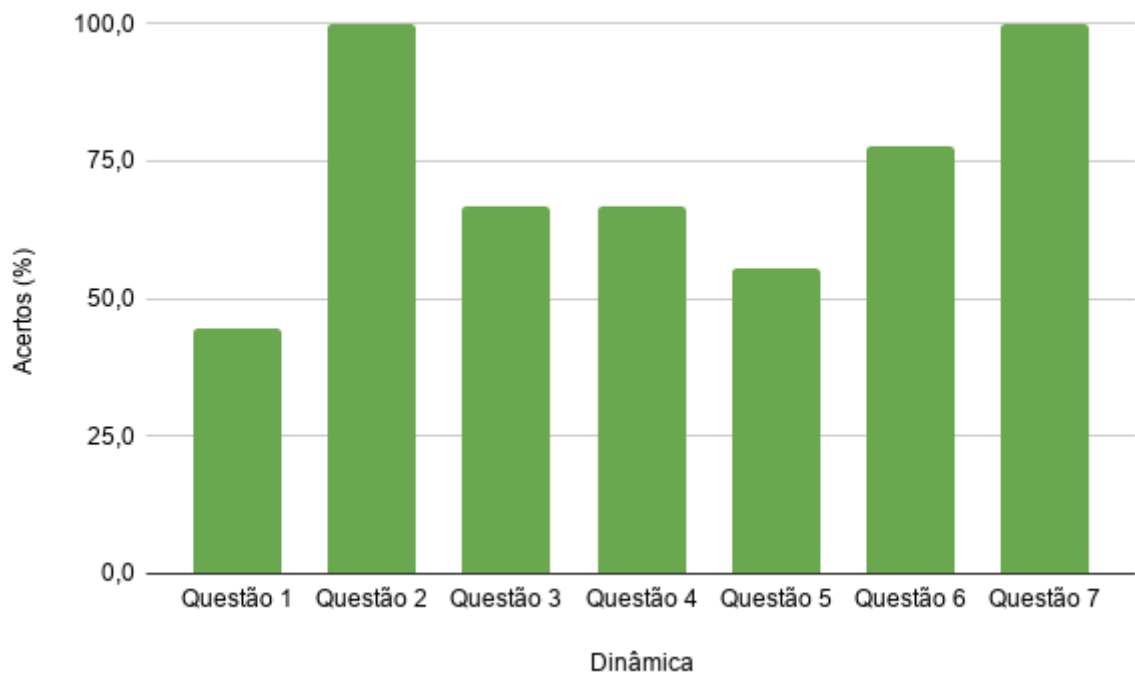
Fonte: Autor (2020).

O gráfico evidencia um número menor de respostas corretas no geral. No entanto, a questão 6, que aborda um aspecto puramente matemático das equações utilizadas, apresentou 100% de acertos. Isso corrobora com o que foi evidenciado pelo questionário sobre Cinemática, onde os alunos tiveram mais êxito ao responderem questões que tratavam da aplicação prática das equações.

Por outro lado, a questão 1 registrou o menor número de acertos (33,3%) e aborda a dilatação do tempo. O caráter da pergunta é puramente conceitual e solicitou que os alunos interpretassem a dilatação do tempo em uma situação hipotética. Outras perguntas de caráter conceitual obtiveram um maior número de acertos, como as questões 2 e 5.

No início da aula sobre Relatividade Geral foi aplicado um questionário sobre Dinâmica. A intenção do teste era a de checar os conhecimentos dos alunos a respeito de conceitos como *força resultante*, *equilíbrio*, *gravidade* e *aceleração*. O gráfico que compila os resultados deste questionário pode ser visto na Figura 6.

Figura 6 - Gráfico do Questionário Sobre Dinâmica



Fonte: Autor (2020).

O questionário apresentou um nível mediano de acertos na maioria das questões. Porém, as questões 2 e 7, que tratam respectivamente sobre a aplicação da segunda lei de Newton e *força resultante*, tiveram 100% de acertos. A pergunta que teve o segundo maior percentual de acertos foi a de número 6, com 77,8%, e explorava o conceito de *equilíbrio*.

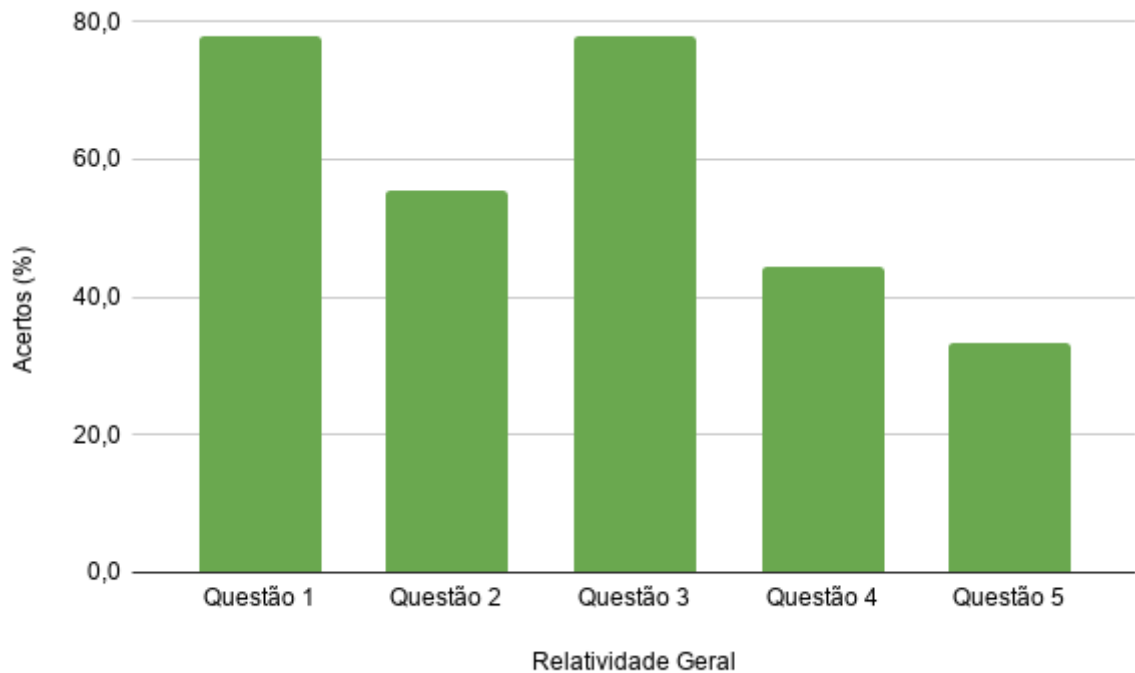
O menor desempenho dos alunos neste questionário pode evidenciar uma menor familiaridade com o assunto ou uma maior dificuldade na interpretação das questões. O mesmo pode ser observado nos questionários da primeira aula, onde as questões com maior percentual de acertos foram aquelas que exigiam a aplicação direta de fórmulas.

Ao final da segunda aula foi aplicado um *quiz* sobre Relatividade Geral, com ênfase no *princípio da equivalência*. Buscou-se avaliar se os conceitos trazidos pelos estudantes a respeito da natureza da gravidade, como abordada pela mecânica newtoniana, foram expandidos ao serem expostos às ideias de Einstein.

O conjunto de questões teve um nível médio de respostas corretas inferior às anteriores, com as perguntas 4 e 5 tendo o menor número de acertos. Essas perguntas tratavam respectivamente da dilatação do tempo provocada por campos gravitacionais e sobre *massa relativística*. No entanto, as questões 1 e 3, que tratam da natureza da gravidade e seus efeitos

sobre o espaço-tempo, tiveram 77,8% de acertos. Apenas 55,6% dos alunos acertaram a questão 2, que trata do princípio da equivalência. O gráfico com as respostas deste teste está exposto na figura 7, a seguir.

Figura 7 - Gráfico do Questionário Sobre Relatividade Geral



Fonte: Autor (2020).

É possível inferir, pela análise dos resultados, que os conceitos de Física Moderna explorados nas aulas foram assimilados pelos alunos, ainda que com diferentes níveis de êxito. Os alunos, em sua maioria, não haviam tido contato com o assunto durante o Ensino Médio. No entanto, utilizando seus conhecimentos prévios, destacando suas similaridades e diferenças com os novos conteúdos, foi possível estabelecer uma metodologia que levou ao aprendizado das novas ideias apresentadas.

Foram detectados indícios de que os estudantes aprenderam conceitos como a dilatação do tempo, contração do comprimento, princípio da equivalência, além de terem a noção de que campos gravitacionais deformam o espaço-tempo. Além disso, o uso de ferramentas digitais foi bem visto pelos participantes, tendo permitido novas possibilidades de ensino e avaliação do aprendizado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma geral, os docentes enfrentam problemas com o ensino de física, pois estes sentem dificuldades em elaborar ou fazer uso de métodos que possam garantir o aprendizado de seus alunos. Para o Ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC) os problemas se mostram ainda mais alarmantes, pois as escolas possuem o currículo escolar extenso onde muitas vezes a Física Moderna acaba não sendo abordada ou vista de maneira superficial.

Desta forma, vê-se necessário a implementação de métodos e atitudes que possam contribuir de forma efetiva para a abordagem destes conceitos e, assim, enraizá-los em sua estrutura cognitiva. Além disso, é de suma importância que este aprendizado dê-se de maneira significativa e, para que isso ocorra, são necessárias três premissas: os conhecimentos prévios dos alunos; o uso de materiais potencialmente significativos; que o aluno apresente uma atitude potencialmente significativa durante o processo de ensino aprendizagem.

A metodologia Procedimentos Cognitivos Metodológicos de Apreensão (PCMA) se mostra como uma ferramenta capaz de assegurar esse aprendizado significativo, pois ela parte do princípio que, para que haja uma evolução conceitual, deve-se primeiro consolidar os conhecimentos prévios para, assim, apresentar uma nova teoria, confrontá-la com a anterior e através de uma sequência didática promover uma evolução conceitual no aluno. Além disso, o PCMA apresenta uma abertura para o uso de metodologias ativas, que se mostram eficientes na criação de um ambiente propício para a ocorrência de uma aprendizagem significativa.

Este trabalho propôs-se a investigar as contribuições da metodologia PCMA aliada à metodologias ativas como a gamificação e o ensino híbrido, para o ensino de Física Moderna. A pesquisa foi conduzida no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFCE), campus Fortaleza, com alunos do Ensino Médio Integrado do Curso de Eletrotécnica.

Construíram-se etapas de atividades usando recursos, como vídeos, objetos de aprendizagem, questionários e testes, que serviram como material potencialmente facilitador para a realização das fases do PCMA e do uso de metodologias ativas. Estes recursos também mostraram eficiência em estabelecer a evolução conceitual dos alunos da Física Clássica para a Física Moderna.

Para se avaliar de forma empírica a experiência dos alunos durante as aulas e, também, suas opiniões, foi-se utilizado um questionário no modelo da escala Likert. As respostas dos alunos foram organizadas de acordo com as assertivas: *concordo totalmente*, *concordo parcialmente*, *indiferente*, *discordo parcialmente* e *discordo totalmente*. Pode-se observar, de acordo com suas respostas, que os alunos não tinham tido contato com assuntos de Física Moderna durante o curso e que grande parte acredita que os assuntos podem relacionar-se com situações do seu cotidiano. Quanto ao uso de metodologias ativas e ferramentas digitais, pode-se perceber que os alunos concordam que ajudam na exposição e visualização dos conceitos a serem estudados.

Diante da conjectura formalizada pelo PCMA, foi-se solicitado aos alunos que respondessem uma questão para avaliação de seus conhecimentos prévios sobre velocidade, deslocamento e tempo. O confronto entre os conceitos de MRU em velocidades baixas e em velocidades próximas da luz, fez com que os alunos percebam-se que os resultados obtidos não condizem com o que ocorre na natureza. Isso foi de suma importância para o prosseguimento do percurso metodológico, pois criou-se uma abertura para a introdução de conhecimentos da Relatividade Restrita. Posteriormente, o mesmo processo foi realizado para a introdução de conceitos da Relatividade Geral, colhendo os conhecimentos prévios dos alunos a respeito de massa e gravidade.

Através da análise dos resultados foi perceptível que os alunos não tinham tido contato com assunto de Física Moderna durante o Ensino Médio, mas isso não interferiu no processo metodológico da pesquisa e pode-se perceber que os alunos conseguiram assimilar os conteúdos explorados durante o processo. Além disso, o uso de ferramentas digitais e metodologias ativas ajudaram no processo de implementação do PCMA e, isto, foi notado com a satisfação dos alunos ao realizar as atividades e participarem ativamente de todo o processo.

No entanto, vale destacar o curto período no qual se deu esta pesquisa. Esse fator pode ter contribuído para que não houvesse melhores resultados. Porém, com os resultados obtidos, pode-se perceber que o PCMA, aliado a metodologias ativas e ferramentas digitais de ensino, apresenta-se como uma metodologia exitosa para a aquisição e evolução de conceitos da Física Moderna e Contemporânea.

Como trabalhos e pesquisas futuras, propõe-se a aplicação do PCMA em outras vertentes da Física, seja da Física Clássica ou Moderna, pois esta metodologia se mostra favorável ao convergir os alunos para uma aprendizagem significativa.

REFERÊNCIAS

AGAZIO, Janice; BUCKLEY, Kathleen M.. An Untapped Resource. **Nurse Educator**, [s.l.], v. 34, n. 1, p.23-28, jan. 2009. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health).

AGUIAR, E. V. B.; FLÔRES, M. L. P. Objetos de Aprendizagem: conceitos básicos. Cap. I, **Objetos de Aprendizagem: Teoria e prática**, Brasília – DF, 2014.

ARAUJO, I. S., MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s.l.], v. 30, n. 2, p.362-384, 17 abr. 2013. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2013v30n2p362>.

ARRUDA, S. M.; VILLANI, A. Mudança Conceitual no Ensino de Ciências. **Cad.Cat. Ens. Fis.**, v.11, n2: p.88-99, ago.1994. Disponível em: < <https://bit.ly/2Vuy6hx> >. Acesso em: 02 dez. 18.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. 2ª ed. New York, 1978.

BACHELARD, Gaston. **Ensaio sobre o conhecimento aproximado**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2004.

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de Aula Invertida: Uma Metodologia Ativa de Aprendizagem**. Tradução de Afonso Celso da Cunha Serra. 1. ed. Rio Janeiro: LTC, 2012.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. Disponível em:(???) Acesso em 20.03.2019.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2002.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Formação de professores do ensino médio, Etapa II - Caderno III: Ciências da Natureza / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica**; [autores: Daniela Lopes Scarpa... et al.]. – Curitiba: UFPR/Setor de Educação, 2014. 48p.

BRITO, André Chaves de. **Motivação intrínseca e extrínseca aplicada ao ensino de física: um estudo de caso**. 2016. 101 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Ceará, 2016. Disponível em:< <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/21032> >. Acesso em: 25 nov. 18.

BUSARELLO, R. I.; ULBRICHT, V. R.; FADEL, L. M.; A gamificação e a sistemática de jogo: conceitos sobre a gamificação como recurso motivacional. In: **Gamificação na educação**/Luciane Maria Fadel, Vania Ribas Ulbricht, Claudia Regina Batista, Tarcísio Vanzin, organizadores. - São Paulo: Pimenta Cultural, 2014. 300p.

CARUSO, F.; OGURI, V. **Física Moderna**: origens clássicas e fundamentos quânticos. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

CAVALCANTE, C. G. **Concepções alternativas sobre a natureza da ciência no contexto da formação inicial de professores de Física do IFCE**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em: < <https://bit.ly/2GUQ8pX> >. Acesso em: 25 nov. 19.

CHRISTENSEN, C.; HORN, M.; STAKER, H. **Ensino Híbrido**: uma Inovação Disruptiva? Uma introdução à teoria dos híbridos, 2013. Disponível em: . Acesso em: 03 jul. 2019.

COLL, C.; VALLS, E. A aprendizagem e o ensino dos procedimentos. In: **COLL, C. et al. Os conteúdos na reforma**: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes. Tradução Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 73-118.

DETERDING, S. et al. From Game Design Elements to Gamefulness: Defining “Gamification”. In: **International Academic Mindtrek Conference: Envisioning Future Media Environments**, 15., 2011, Tampere/Finland. Proceedings... Tampere/Finland: ACM, 2011. p. 9-15.

DETERDING, S. et al. From Game Design Elements to Gamefulness: Defining “Gamification”. In: **International Academic Mindtrek Conference: Envisioning Future Media Environments**, 15., 2011, Tampere/Finland. Proceedings... Tampere/Finland: ACM, 2011. p. 9-15.

DETERDING, S.; DIXON, D.; KHALED, R.; NACKLE, L. Gamification: using game design elements in non-gaming contexts. **Conference on Human Factors in Computing Systems – Proceedings**. ACM, 2011.

DIESEL, Aline; SANTOS BALDEZ, Alda Leila; NEUMANN MARTINS, Silvana. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, [S.l.], v. 14, n. 1, p. 268-288, fev. 2017. ISSN 2177-2894. Disponível em: <<http://revistathema.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/404>>. Acesso em: 07 jun. 2019.

DOMÍNGUEZ, Adrián et al. Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. **Computers & Education**, [s.l.], v. 63, p.380-392, abr. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.12.020>.

DOMINGUINI, Lucas. Física moderna no Ensino Médio: com a palavra os autores dos livros didáticos do PNLEM. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s.l.], v. 34, n. 2, p.1-7, jun. 2012. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1806-11172012000200013>>. Acesso em: 17 nov. 2018.

DUARTE, Sergio Eduardo. Física para o Ensino Médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s.l.], v. 29, p.525-542, 8 out. 2012. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29nesp1p525>.

FARDO, M. L. **A gamificação como estratégia pedagógica: estudo de elementos dos games aplicados em processos de ensino e aprendizagem**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ucs.br/handle/11338/457>>. Acesso em: 15 nov. 18.

GATTI, S. R. T. **Análise de uma ação didática centrada na utilização da história da Ciência**. 2005. 312f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação Campinas, Universidade de Campinas, SP, 2005. Acesso em: <<http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/252916>>. Disponível em: 03 dez. 19.

JÄRVELÄ, Sanna; HADWIN, Allyson F.. New Frontiers: Regulating Learning in CSCL. **Educational Psychologist**, [s.l.], v. 48, n. 1, p.25-39, jan. 2013. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00461520.2012.748006>.

KAPP, Karl M. **The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education**. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

KAPP, Karl. **The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education**. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

LARA, A. E.; SOUSA, C. M. S. G. O processo de construção e de uso de um material potencialmente significativo visando a aprendizagem significativa em tópicos de colisões: apresentações de slides e um ambiente virtual de aprendizagem. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.4(2), p.61-82, 2009.

LEAL, Jânio de Sousa. **Uma proposta de sequência didática sobre o efeito fotoelétrico para o ensino de física moderna e contemporânea na educação básica**. 2017. 87 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado profissional de Física, Universidade Estadual de Santa Cruz, BA, 2017.

LINO, Alex; FUSINATO, Polônia Altoé. A influência do conhecimento prévio no ensino de Física Moderna e Contemporânea: um relato de mudança conceitual como processo de aprendizagem significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 4, n. 3, p.73-100, dez. 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3895/s1982-873x2011000300004>>. Acesso em: 24 nov. 2019.

MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G. Simulações computacionais como ferramentas auxiliares ao ensino de conceitos básicos de eletricidade. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, 2009, Vitória. **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2009. p. 1-12.

MASINI, E. F. S. Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v.1, p. 16-24, 2011.

MATOS, Maria Goreti; VALADARES, Jorge. O Efeito da Actividade Experimental na Aprendizagem da Ciência Pelas Crianças do Primeiro Ciclo do Ensino Básico. **Investigação em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v. 6, n. 2, p. 227-239, 2001.

MENDES, R. M.; SOUSA, V. I.; CAREGNATO, S. E. A propriedade intelectual na elaboração de objetos de aprendizagem. In: Cinform – Encontro Nacional de Ciências da Informação. Salvador: UFBA, 2004.

MENEZES, L. C. Uma Física para o novo Ensino Médio. **Física na escola**, v. 1, n.1, p. 6-8, 2000. Disponível em:<<http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol01-Num1/artigo21.pdf>>. Acesso em:24 nov.2019.

MONTEIRO, Maria A.; NARDI, Roberto; BASTOS FILHO, Jenner B. Dificuldades dos professores em introduzir a Física moderna no ensino médio: a necessidade de superação da racionalidade técnica nos processos formativos. In: NARDI, Roberto. org. **Ensino de ciências e matemática**, I: temas sobre a formação de professores, p. 145-159. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.

MORAN, J. M. Ensino e aprendizagem inovadores com apoio de tecnologias. In: MORAN Costas, José Manuel; MASETTO, Marcos; BEHRENS, Marilda. (Org.). **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 21ªed.Campinas: Papirus editora, p. 11-65, 2013.

MOREIRA, M. A. **A teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A. Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. REMPEC - Ensino, Saúde e Ambiente, v.4, p. 2-17, 2011.

MOREIRA, M. A. **Metodologias de pesquisa em ensino**. São Paulo/SP. Editora: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? Revista Currículum, n. 25, p. 29-56, 2012.

MOREIRA, M. A. Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa. **Revista Chilena de Educación Científica**. v. 7, n. 2, p. 23-30, 2008.

MOREIRA, M. A.. Aprendizagem significativa. Brasília: Editora da UnB, 1999. 129p .

MOREIRA, M. A.; GRECA, I. M. Mudança conceitual: análise crítica e propostas à luz da teoria da aprendizagem significativa. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 301-315, 2003.

MOREIRA, M. A.; MASINI E.F.S., **Aprendizagem Significativa – A Teoria de David Ausubel**.4ª edição. Editora Centauro, São Paulo, 2011.

NOLAN, Jason; MCBRIDE, Melanie. Beyond gamification: reconceptualizing game-based learning in early childhood environments. **Information, Communication & Society**, [s.l.], v.

17, n. 5, p. 594-608, 25 jun. 2013. Informa UK Limited.
<http://dx.doi.org/10.1080/1369118x.2013.808365>.

OLIVEIRA, Luciano Amaral. **Coisas que todo professor de português precisa saber: a teoria na prática**. São Paulo: Parábola Editorial, 2010.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio. Uma Revisão Bibliográfica Sobre A Área De Pesquisa “Física Moderna E Contemporânea No Ensino Médio”. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p.23-28, jan. 2000.

PAIS, L. C. **Didática da Matemática**: uma análise da influência francesa. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

PEREIRA, A. P.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino de física moderna e contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 3, 2009. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/349/216>. Acesso em: 17 nov. 2018.

PEREIRA, Rodrigo. Método Ativo: Técnicas de Problematização da Realidade aplicada à Educação Básica e ao Ensino Superior. In: **VI Colóquio internacional. Educação e Contemporaneidade**. São Cristóvão, SE. 20 a 22 setembro de 2012.

PINHEIRO, Lisiane Araujo. A câmara de nuvens: uma abordagem integrada entre a Física Clássica e a Física Moderna. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, p.517-528, maio 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n2p517>. Acesso em: 24 nov.2019.

POSNER, G.; STRIKE, K.; HEWSON, P.; HERTZOG, W. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. **Science Education**, v.66, n. 2: 211-227. Disponível em: < <https://bit.ly/2VwyoEw> >. Acesso em: 29 nov. 19.

PSILLOS, Dimitris; KARIOTOGLOU, Petros. Theoretical Issues Related to Designing and Developing Teaching-Learning Sequences. Iterative Design Of Teaching-learning Sequences, [s.l.], p.11-34, 2016. **Springer Netherlands**. Disponível em:< http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5_2>. Acesso em: 21 dez. 19.

SALES, G. L. Quantum: Um software para aprendizagem dos conceitos da Física Moderna e Contemporânea, 2005. Dissertação em Computação, área de informática educativa, UECE, Fortaleza – CE.

SALES, G. L; SANTOS, R. L. O USO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM E A APLICAÇÃO DO LMS MOODLE NUMA ESCOLA PÚBLICA DE ENSINO MÉDIO DO ESTADO DO CEARÁ: UM ESTUDO DE CASO. In: Ana Carolina Costa Pereira; Francisco Regis Vieira Alves; Francisco Herbert Lima Vasconcelos. (Org.). **Ensino de Ciências e Matemática Enfoques de práticas docentes**. 1ed. Recife: Imprima, 2016, v. 1, p. 21-41.

SALES, Gilvandenys Leite; BARBOSA, Maria Núbia. Oficinas De Física: Uma Proposta Para Desmitificar O Ensino De Física E Conduzir A Uma Aprendizagem Significativa. In: Xvi

Simpósio Nacional De Ensino De Física, 2005, Rio De Janeiro. Xvi Simpósio Nacional De Ensino De Física-O Ensino No Ano Mundial Da Física, 2005.

SANTOS, Rubens Lopes dos. **Aplicação De Uma Metodologia Envolvendo Mudanças Conceituais No Ensino De Física Moderna E Contemporânea**. 2017. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Ceará, CE, 2017.

SILVA, André Coelho da; ALMEIDA, Maria José Pereira Monteiro de. Física quântica no ensino médio: o que dizem as pesquisas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 3, p.624-652, dez. 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2011v28n3p624>>. Acesso em: 24 nov. 18.

SILVA, J. B.; SALES, G. L. . Um panorama da pesquisa nacional sobre gamificação no ensino de Física. **Tecnia**, v. 2, p. 105-121, 2017. Disponível em: <<http://revistas.ifg.edu.br/tecnica/article/view/172>>. Acesso em: 15 jun.

SILVA, J. B.; SALES, G. L. Atividade experimental de baixo custo: o contributo do Ludião e suas implicações para o ensino de Física. **Revista do Professor de Física**, v. 2, n. 2, 2018. Disponível em: < <http://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/27058>>. Acesso em: 01 Agosto. 2018.

SILVA, J. B.; SALES, G. L. Gamificação aplicada no ensino de Física: um estudo de caso no ensino de óptica geométrica. **Acta Scientiae**, Canoas, v.19, n.5, p.782-798, out. 2018.

SILVA, J. B.; SALES, G. L.; ALVES, F. R. V. Didática da Física: uma análise de seus elementos de natureza epistemológica, cognitiva e metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 20-41, abr. 2018. Disponível em: < <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2018v35n1p20>>. Acesso em: 01 Agosto. 2018.

SILVA, J. B.; SALES, G. L.; LEITE, E. A. M.; PONTELLO, L. S; **Mudança conceitual em Óptica Geométrica Facilitada Pelo Uso de TDIC**. In: Anais do XXI Workshop de Informática na Escola, Maceió, 2015.

SILVA, Plínio Giorgio Arruda da. **Física moderna para o ensino médio**: relato de uma experiência. 2015. 78 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (MNPEF)) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns.

SINGH, H. **Introduction to learning objects**. 2001. Disponível em: Acesso em 15 Jun. 2020.

SIQUEIRA, A.B.O. Física Moderna e Contemporânea: Intervenção didática por meio de unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS) no Ensino Médio. Dissertação (Mestrado)- IFFLU. 108. Campos dos Goytacazes, RJ. 2017.

STUDART, N. Simulação, games e gamificação no ensino de Física. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA**, 21, 2015, Uberlândia. Anais... São Paulo: SBF, 2015, p.1-17.

SZETO, Elson; CHENG,TAVARES, R. Animações interativas e mapas conceituais: uma proposta para facilitar a aprendizagem significativa em ciências. **Revista online Ciência & Cognição**, v. 13, n. 2, p. 99-108, 2008.

TERRAZZAN, E. A. **A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214, dez. 1992.

VALADARES, J. A teoria da aprendizagem significativa como teoria construtivista. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 1, p. 36-57, 2011.

WHEATLEY, G. H. Construtivist Perspectives on Science and Mathematics Learning. **Science Education**, v. 75, n. 1, p. 9-21, 1991.

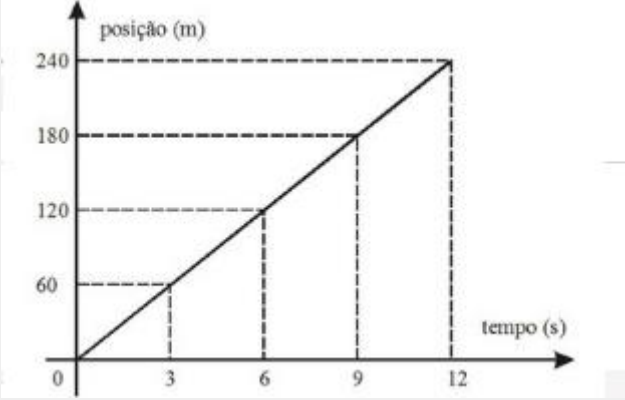
WILEY, D. **Learning Object Design and Sequencing Theory**. Brigham Young University. Dissertation, 2000.

WILSEK, M.; TOSIN, J. Ensinar e aprender ciências no ensino fundamental com atividades investigativas através da resolução de problemas. **Estado do Paraná**, v. 3, n. 5, 2012. Disponível em: < <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos>>. Acesso em: 06 out. 2020.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ZHAO, Fang. Using Quizizz to Integrate Fun Multiplayer Activity in the Accounting Classroom. **International Journal Of Higher Education**, [s.l.], v. 8, n. 1, p. 37-43, 15 jan. 2019. Sciedu Press. <http://dx.doi.org/10.5430/ijhe.v8n1p37>.

APÊNDICES A - QUIZZ GAMIFICADO CINEMÁTICA

1 - Um corpo que realiza um movimento uniforme mantém:
a - a aceleração constante b - a posição constante c - a velocidade constante d - o tempo constante
2 - A velocidade de um corpo é constante e igual a 5 m/s. Qual a distância percorrida em 2 segundos?
a - 5 m b - 10 m c - 15 m d - 20 m
3 - Verifique as informações do gráfico e determine o valor da velocidade.

a - 20 m/s b - 30 m/s c - 60 m/s d - 240 m/s
4 - Qual alternativa que representa a função horária do movimento uniforme?
a - $S = v \cdot S_0 + t$ b - $S = S_0 + v \cdot t$ c - $v = S + S_0 \cdot t$ d - $S = S_0 + v^2 \cdot t$
5 - Um móvel viaja com velocidade constante de 30 m/s, Em quanto tempo ele percorrerá 300 m?
a - 10 s b - 15 s c - 20 s d - 25 s
6 - (ifce 2016) Sobre as definições de movimento e repouso, é incorreto afirmar-se que
a - o sistema está em movimento em relação ao Sol. b - se um móvel está em movimento em relação a um sistema de referência, então ele estará em movimento em relação a qualquer outro referencial. c - se um corpo A está em repouso em relação a outro B, então o corpo B estará também em repouso em relação a A. d - é possível que um móvel esteja em movimento em relação a um referencial e em repouso em relação a outro.
7 - É CORRETO afirmar que o homem da Antiguidade acreditava que o Sol girava em torno

da Terra pois:

a - considerou o Sol como seu sistema de referência. b - considerou a Terra como seu sistema de referência. c - esqueceu de adotar um sistema de referência. d - considerou a Lua como seu sistema de referência.

APÊNDICE B - QUIZZ GAMIFICADO RELATIVIDADE RESTRITA

1 - Imagine que uma nave viaja a uma velocidade próxima à da luz. Um passageiro da nave experimentaria uma passagem de tempo:			
a - Mais lenta, em comparação com um observador na Terra. b - Mais rápida, em comparação com um observador na Terra. c - Igual à passagem de tempo em todos os referenciais, pois o tempo é absoluto. d - Que não pode ser medida por um observador na Terra com base na velocidade da nave.			
2 - Imagine que um observador na Terra possa ver a passagem de uma nave espacial se movendo próxima da velocidade da luz. Para o observador no referencial da Terra a nave:			
a - Pareceria ter uma altura menor, devido à contração do espaço. b - Teria o comprimento diminuído, devido à contração do comprimento. c - Estaria maior, devido à dilatação do tempo. d - Teria o mesmo tamanho em todas as suas dimensões.			
3 - O que Einstein descobriu a respeito do Espaço e do Tempo é que eles são:			
a - Entidades separadas. b - Importantes apenas em termos astronômicos. c - Partes de um todo. d - Seguem uma lei de raiz inversa.			
4 - No filme Interestelar Cooper embarcou em uma viagem para descobrir novos planetas habitáveis, enquanto sua filha Murphy permaneceu na Terra. Neste caso, quem experimentou os efeitos da dilatação do tempo?			
a - Murphy. b - Cooper. c - Os dois. d - Nenhum dos dois.			
5 - Qual das afirmações abaixo é um dos postulados da Relatividade Especial?			
a - Alguns referenciais são melhores que outros. b - A velocidade da luz varia dependendo do referencial adotado. c - O espaço se alonga em velocidades próximas à da luz. d - A velocidade da luz é sempre a mesma para qualquer referencial adotado.			
6 - Nas equações utilizadas para representar os fenômenos na Relatividade Restrita, é comum a presença de um termo para compensar as mudanças nos elementos envolvidos. Esse é o Fator de Lorentz, que é matematicamente representado por:			
a-	$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	b-	$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{c^2}{v^2}}}$
c-	$E = mc^2$	d-	$\frac{G.m.M}{d^2}$

APÊNDICE C- QUIZZ GAMIFICADO DINÂMICA

1 - Uma grandeza vetorial é aquela que precisa de um módulo, direção e sentido para ser representada corretamente. Escolha a opção que possui SOMENTE grandezas vetoriais
a - Velocidade, Aceleração e Deslocamento b - Força, Aceleração e Tempo c - Aceleração, Velocidade e Força d - Velocidade, Aceleração e Tempo
2 - Gustavo e Helena foram em uma farmácia verificar suas massas em uma balança. Gustavo todo animado gritou: "Isso! Emagreci 5kg, meu peso agora é 65kg". Helena o corrigiu dizendo que 65kg é, na verdade, sua massa. Para saber o peso de Gustavo é necessário:
a - Dividir sua massa pela aceleração da gravidade b - Multiplicar sua massa pela aceleração da gravidade c - Somar sua massa com a aceleração da gravidade d - Subtrair a aceleração da gravidade da sua massa
3 - A massa de Garfield é de 10.000 gramas. Caso ele vá para a lua, cuja aceleração da gravidade é, aproximadamente, $1,6 \text{ m/s}^2$, qual será seu novo peso?

a - 16.000N b - 1.600N c - 160N d - 16N
4 - Um elefante-da-savana possui a massa de 6.000kg. Na Terra, seu peso é, aproximadamente, 58.000N. Assinale a opção que NÃO representa o peso do elefante na Terra.
a - $5,8 \times 10^3 \text{ N}$ b - 58 kN c - $5,8 \times 10^4 \text{ N}$
5 - Indique a opção em que todos os itens representam forças
a - peso, empuxo, atrito b - gravidade, massa, peso c - energia, tração e peso d - peso, gravidade, atrito
6 - Podemos dizer que um corpo está em equilíbrio quando:
a - O módulo da força resultante sobre o corpo é maior que zero b - Sua aceleração é nula c - Sua aceleração é constante d - Seu movimento é retilíneo

7 - Quatro amigos estão brincando de cabo de guerra. A força que cada um faz está representada na imagem. Para saber quem irá ganhar a brincadeira é preciso ver qual o sentido da força resultante. Assinale a opção que representa quem ganhará e o valor da força resultante.



- a - Os amigos da direita ganharão e força resultante é 65N b - Os amigos da esquerda ganharão e força resultante é 65N c - Os amigos da direita ganharão e a força resultante 10N d - Os amigos da esquerda ganharão e a força resultante 10N

APÊNDICE D - QUIZZ GAMIFICADO RELATIVIDADE GERAL

1 - “A gravidade não é uma força!” Essa afirmação é:
a - Verdadeira b - Falsa
2 - Elevador de Einstein - Neste exemplo Einstein propôs que é impossível distinguir um campo gravitacional de um referencial acelerado. A que princípio isto refere-se ?
a - Princípio da Equivalência b - Princípio da Inércia c - Princípio de Fermat d - Princípio da conservação
3 - A gravidade é resultado de uma curvatura gerada no espaço por causa da presença de um objeto muito massivo. Marque a alternativa correta a respeito dessa grandeza.
a - O valor da gravidade de um planeta ou estrela está relacionado somente ao seu tamanho. b - Tanto espaço quanto o tempo são curvados pela presença de um elemento massivo. Tal curvatura na malha espaço-tempo proporciona o que denominamos de gravidade. c - As curvaturas no espaço-tempo só podem ser geradas por corpos que possuem massa tão grande quanto a massa do Sol. d - A lei da atração gravitacional de Newton determina que a força gravitacional é inversamente proporcional ao produto das massas e diretamente proporcional ao quadrado da distância que separa dois corpos
4 - O tempo medido por alguém submetido a um campo gravitacional ou submetido a uma aceleração é:
a - Menor que em outro referencial b - O mesmo que em outro referencial c - Maior que em outro referencial d - Independe do referencial
5 - Uma partícula, cuja massa de repouso é M , é acelerada a partir do repouso até atingir 60% da velocidade de propagação da luz no vácuo. Na situação final, a massa da partícula será igual a
a- $0,6M$ b - $1M$ c - $1,25M$ d - $1,4M$ e - $1,5M$

ANEXO A – TERMO DE ASSENTIMENTO PARA ALUNOS MENORES DE IDADE**METODOLOGIA PCMA NA AQUISIÇÃO DE CONCEITOS DE FÍSICA MODERNA:
UM ESTUDO DE CASO COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO NO IFCE.****MATHEUS FERNANDES MOURÃO**

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “Metodologia PCMA na Aquisição de Conceitos de Física Moderna: Um estudo de Caso com Alunos do Ensino Médio no IFCE”. Essa pesquisa tem como objetivo investigar as contribuições da metodologia Procedimento Cognitivo Metodológico de Apreensão (PCMA) no processo de ensino e aprendizagem da Relatividade Geral e Restrita no Ensino Médio. Será realizada uma intervenção didática durante oito aulas regulares da disciplina de Física, na qual seu filho já está devidamente matriculado. A intervenção didática consiste em 8 (oito) aulas presenciais e atividades a serem realizadas à distância por meio de recursos digitais.

Para participar da pesquisa, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade. Você não será identificado em nenhuma publicação. Os riscos da pesquisa são os mesmos encontrados em atividades rotineiras como conversar, ler, escrever e são considerados de mínimo impacto a estrutura física e moral dos participantes. Apesar disso, você tem assegurado o direito a ressarcimento ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Eu, _____, portador(a) do documento de identidade _____ (se já tiver documento), fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim

o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar dessa pesquisa.

Fortaleza, _____ de _____ de _____

Assinatura do(a) menor

Assinatura do(a) pesquisador

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o pesquisador Matheus Fernandes Mourão através do telefone: (85) 999720-3636 ou pelo email: matheusmourao535@gmail.com. Em caso de denúncias ou reclamações sobre 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

ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO AOS RESPONSÁVEIS



METODOLOGIA PCMA NA AQUISIÇÃO DE CONCEITOS DE FÍSICA MODERNA: UM ESTUDO DE CASO COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO NO IFCE.

MATHEUS FERNANDES MOURÃO

Seu filho está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aos responsáveis, visa assegurar os direitos de seu filho como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. 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 e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

Justificativa e objetivos:

A metodologia PCMA(Procedimentos Cognitivos Metodológicos de Apreensão) se mostra como uma metodologia que pode proporcionar aos alunos um melhor entendimento e compreensão dos fenômenos da Física Moderna, visto que esta é pouco abordada nos currículos escolares.Sendo assim, este estudo visa investigar os benefícios da metodologia PCMA no ensino de Física Moderna, buscando promover uma evolução conceitual significativa.

Procedimentos:

Seu filho está sendo convidado a participar de uma Oficina de Física Moderna a ser realizada durante as aulas regulares da disciplina de Física, na qual você já está matriculado. A oficina terá duração aproximada de quatro semanas, com 08 (aulas presenciais). Durante as aulas será utilizado o uso de ferramentas, como vídeos e objetos de aprendizagem e, além disso, serão aplicados testes conceituais de múltipla escolha. Os testes não deverão tomar muito tempo, com uma duração estimada de 10 minutos..

Rubrica do pesquisador:_____

Rubrica do responsável:_____

Desconfortos e riscos:

Seu filho **não** deve participar deste estudo em caso se sinta incapaz de realizar as etapas propostas no procedimento acima ou seja constrangido por qualquer razão. O pesquisador lhe assegura a confiabilidade das informações e dados coletados ao longo da pesquisa mantendo-as no anonimato. A pesquisa não oferece danos ou riscos à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social cultural ou espiritual dos participantes.

Benefícios:

Participando da pesquisa seu filho terá a oportunidade de ter contato com novas metodologias de ensino que lhe possibilitará novos olhares sobre os processos de aprendizagem, em particular a aprendizagem autônoma. Além disso, o tópico de Física Moderna será de grande valia em sua formação e preparação acadêmica.

Acompanhamento e assistência:

O pesquisador se prontifica a prestar assistência e esclarecimento de possíveis dúvidas. Fornecerá todo o acompanhamento pedagógico necessário durante as aulas e ao longo da pesquisa.

Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que a identidade de seu filho 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.

Ressarcimento e indenização:

Você terá direito ao ressarcimento das despesas diretamente decorrentes de sua participação de seu filho na pesquisa e à indenização pelos danos resultantes desta, nos termos da Lei.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o pesquisador Matheus Fernandes Mourão pelo telefone: (85) 99720-3636 ou pelo email matheusmourao535@gmail.com.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre 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

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do responsável: _____

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, aceito participar 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):

(Assinatura do participante ou nome e assinatura do seu RESPONSÁVEL LEGAL)

Data: ____/____/____.

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 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): Matheus Fernandes Mourão

Matheus Fernandes Mourão

Data: ____/____/____.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do responsável: _____

ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO AOS ALUNOS MAIORES DE IDADE**METODOLOGIA PCMA NA AQUISIÇÃO DE CONCEITOS DE FÍSICA MODERNA:
UM ESTUDO DE CASO COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO NO IFCE.****MATHEUS FERNANDES MOURÃO**

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. 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 e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

Justificativa e objetivos:

A metodologia PCMA(Procedimentos Cognitivos Metodológicos de Apreensão) se mostra como uma metodologia que pode proporcionar aos alunos um melhor entendimento e compreensão dos fenômenos da Física Moderna, visto que esta é pouco abordada nos currículos escolares.Sendo assim, este estudo visa investigar os benefícios da metodologia PCMA no ensino de Física Moderna, buscando promover uma evolução conceitual significativa.

Procedimentos:

Participando do estudo você está sendo convidado a participar de uma Oficina de Física Moderna a ser realizada durante as aulas regulares da disciplina de Física, na qual você já está matriculado. A oficina terá duração aproximada de quatro semanas, com 08 (aulas presenciais). Durante as aulas será utilizado o uso de ferramentas, como vídeos e objetos de aprendizagem e, além disso, serão aplicados testes conceituais de múltipla escolha. Os testes não deverão tomar muito tempo, com uma duração estimada de 10 minutos.

Rubrica do pesquisador:_____

Rubrica do participante:_____

Desconfortos e riscos:

Você não deve participar deste estudo em caso de se sentir incapaz de realizar as etapas propostas no procedimento acima ou seja constrangido por qualquer razão. O pesquisador lhe assegura a confiabilidade das informações e dados coletados ao longo da pesquisa mantendo-as no anonimato. A pesquisa oferece danos ou riscos mínimos à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social cultural ou espiritual dos participantes.

Riscos e Benefícios:

Apresenta riscos mínimos, podendo ocorrer estresse emocional, cansaço ou aborrecimento ao responder questionários, bem como possíveis contrangimentos ao realizar testes em conjunto com outros participantes. Participando da pesquisa você terá a oportunidade de ter contato com novas metodologias de ensino lhe possibilitando novos olhares sobre os processos de aprendizagem, em particular a aprendizagem autônoma. Além disso, o tópico de Física Moderna será de grande valia em sua formação e preparação acadêmica.

Acompanhamento e assistência:

O pesquisador se prontifica a prestar assistência e esclarecimento de possíveis dúvidas, tais como: médico, psicológico, pedagógico, entre outros. Fornecerá todo o acompanhamento pedagógico necessário durante as aulas e ao longo da pesquisa.

Sigilo e privacidade:

Você tem 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.

Ressarcimento e indenização:

Você terá direito ao ressarcimento das despesas diretamente decorrentes de sua participação na pesquisa e à indenização pelos danos resultantes desta, nos termos da Lei.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o pesquisador Matheus Fernandes Mourão pelo telefone: (85) 99720-3636 ou pelo email matheusmourao535@gmail.com.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre 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

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

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, aceito participar 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):

(Assinatura do participante ou 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.

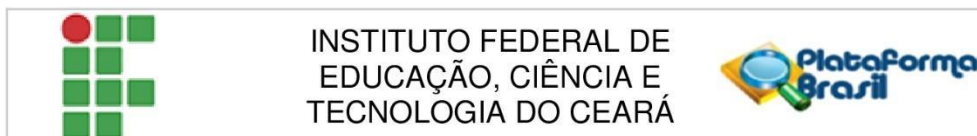
Nome do(a) pesquisador(a): Matheus Fernandes Mourão

Matheus Fernandes Mourão

Data: ____/____/____.

Rubrica do pesquisador: _____ Rubrica do participante: _____

ANEXO D – PARECER POSITIVO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Metodologia PCMA na Aquisição de conceitos de Física Moderna: Um estudo de caso com alunos do ensino médio no IFCE.

Pesquisador: MATHEUS FERNANDES MOURAO

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 33930220.0.0000.5589

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

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.213.819

Apresentação do Projeto:

Metodologia PCMA na Aquisição de conceitos de Física Moderna: Um estudo de caso com alunos do ensino médio no IFCE. Obstáculos encontrados por estudantes na compreensão de conceitos de Física Moderna e Contemporânea estão, muitas vezes, relacionados ao fato de que as metodologias tradicionais não estabelecem relações do assunto com a vivência do aluno. Isto resulta na falta de motivação dos alunos em aprenderem física. Diante de metodologias que priorizam a memorização de fórmulas e não exploram o caráter conceitual dos conteúdos e suas relações com o cotidiano, a Física Moderna e Contemporânea passa a ser pouco abordado no Ensino Médio. A exacerbada atenção aos conteúdos da Física Clássica, faz com que os alunos não compreendam fenômenos atuais e tecnológicos que a Física Moderna explica. A metodologia Procedimento Cognitivo Metodológico de Apreensão (PCMA), pretende proporcionar aos alunos uma mudança conceitual significativa de conteúdos da Física Clássica para a Física Moderna. Esta metodologia prioriza os conhecimentos prévios dos alunos e se utiliza de um procedimento metodológico que permite o uso de recursos tecnológicos e de princípios de outras metodologias ativas. Diante desta problemática, o objetivo desta pesquisa é investigar quais as contribuições do PCMA na mudança conceitual de aluno do Ensino Médio, na compreensão do comportamento da luz em campo gravitacional. Isso será feito por meio da aplicação de um pré-teste seguido da aplicação da metodologia PCMA e aplicação final de um pós-teste.

Nesse processo, serão utilizadas metodologias ativas e recursos educacionais tecnológicos

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

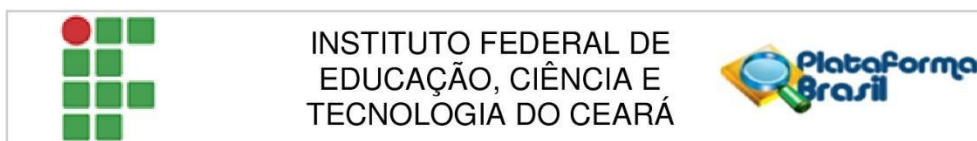
UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

CEP: 60.410-426

E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 4.213.819

auxiliares para a condução dos procedimentos. Os dados serão obtidos por meio da aplicação de testes de conhecimento e coleta dos discursos dos participantes registrados em um diário de campo durante toda a atividade. O teste normalizado de Hake será aplicado para analisar as diferenças entre os testes. Espera-se com esta pesquisa que os alunos consigam se motivar e compreender o comportamento da luz em campo gravitacional a partir de seus conhecimentos prévios que podem estar relacionados ao seu cotidiano.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo geral: Investigar quais as contribuições do uso da metodologia PCMA para promover uma evolução conceitualmente, sob a ótica da aprendizagem significativa no ensino de física para o ensino médio.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Apresenta riscos mínimos, podendo ocorrer estresse emocional, cansaço ou aborrecimento ao responder questionários, bem como possíveis constrangimentos ao realizar testes em conjunto com outros participantes.

Benefícios:

Participando da pesquisa os alunos terão a oportunidade de ter contato com novas metodologias de ensino lhes possibilitando novos olhares sobre os processos de aprendizagem, em particular a aprendizagem autônoma. Além disso, o tópico de Física Moderna será de grande valia na formação e preparação acadêmica.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

É um trabalho interessante por buscar melhoria em conteúdos de física que é uma disciplina que requer metodologias adequadas para aumentar a compreensão.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos estão adequados e esclarecedores quanto a proposta da pesquisa.

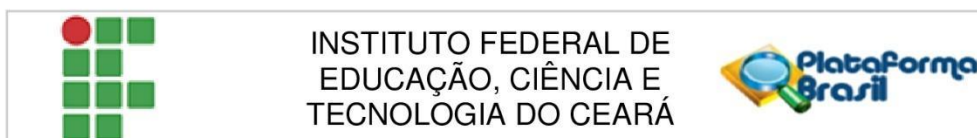
Recomendações:

Sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

As pendências e inadequações verificadas por ocasião da emissão do parecer consubstanciado foram atendidas ou corrigidas.

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703	CEP: 60.410-426
Bairro: Jardim América	
UF: CE	Município: FORTALEZA
Telefone: (85)3401-2332	E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 4.213.819

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_1559470.pdf	08/07/2020 12:50:58		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	documento_de_consentimento_livre_e_esclarecido_responsaveis.pdf	08/07/2020 12:50:07	MATHEUS FERNANDES MOURAO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	documento_de_consentimento_livre_e_esclarecido.pdf	08/07/2020 12:49:00	MATHEUS FERNANDES MOURAO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO.pdf	17/06/2020 13:06:15	MATHEUS FERNANDES MOURAO	Aceito
Cronograma	previsao_do_cronograma_de_execucao.pdf	17/06/2020 13:03:38	MATHEUS FERNANDES MOURAO	Aceito
Outros	questionario4.pdf	27/05/2020 12:00:02	MATHEUS FERNANDES MOURAO	Aceito
Outros	questionario3.pdf	27/05/2020 11:59:47	MATHEUS FERNANDES MOURAO	Aceito
Outros	questionario2.pdf	27/05/2020 11:59:33	MATHEUS FERNANDES MOURAO	Aceito
Outros	questionario1.pdf	27/05/2020 11:59:17	MATHEUS FERNANDES MOURAO	Aceito
Outros	regresso.pdf	27/05/2020 11:55:56	MATHEUS FERNANDES MOURAO	Aceito
Outros	resultados.pdf	27/05/2020 11:55:34	MATHEUS FERNANDES MOURAO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	termo_de_autorizacao_e_declaracao_de_infraestrutura.pdf	26/05/2020 22:08:35	MATHEUS FERNANDES MOURAO	Aceito
Orçamento	orcamento.pdf	26/05/2020 22:05:54	MATHEUS FERNANDES MOURAO	Aceito

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

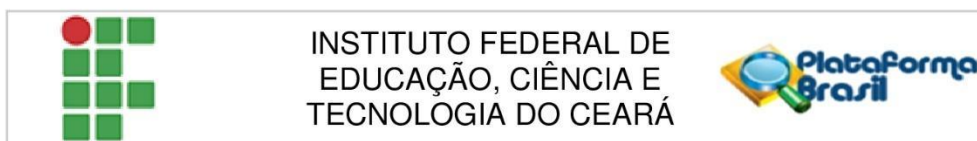
CEP: 60.410-426

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 4.213.819

Folha de Rosto	folhaDeRosto.pdf	26/05/2020 22:04:45	MATHEUS FERNANDES MOURAO	Aceito
----------------	------------------	------------------------	--------------------------------	--------

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FORTALEZA, 14 de Agosto de 2020

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

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
Av. 13 de maio, 2081, - Bairro Benfica - CEP 60040-531 - Fortaleza - CE - www.ifce.edu.br

ATA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Aos 7 dias do mês de Outubro do ano de 2020, às 15h45min no através de videoconferência pelo link <https://meet.google.com/gjc-vzeg-pdg>, realizou-se a Defesa de dissertação, intitulada **"METODOLOGIA PCMA NA AQUISIÇÃO DE CONCEITOS de Física Moderna: UM ESTUDO DE CASO COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO NO IFCE"**, de autoria do candidato **MATHEUS FERNANDES MOURÃO**, 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**, Presidente, **Profa. Dra. Jusceliêde Braga de Castro**, Co-orientadora – Universidade Federal do Ceará – UFC, **Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho** – Universidade Federal do Ceará – UFC e **Profa. Dra. Alisandra Cavalcante Fernandes de Almeida** - IFCE Campus Baturité. Concluídos os trabalhos de apresentação e arguição, o candidato foi **APROVADO** pela Comissão Examinadora. Foi concedido um prazo de 90(noveenta) 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, Presidente

Profa. Dra. Jusceliêde Braga de Castro, Co-orientadora – Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho – Universidade Federal do Ceará – UFC

Profa. Dra. Alisandra Cavalcante Fernandes de Almeida - IFCE Campus Baturité

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: METODOLOGIA PCMA NA AQUISIÇÃO DE CONCEITOS de Física Moderna: UM ESTUDO DE CASO COM ALUNOS DO ENSINO MÉDIO NO IFCE"

LOCAL: link <https://meet.google.com/gjc-vzeg-pdg>

HORA DE INÍCIO: 15h45min

Em sessão pública, após exposição de 15h45min às 18h15min, o candidato foi arguido oralmente pelos membros da banca tendo como resultado:

☒ **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.**

19/01/2021

SEMPCE - 2022100 - Ata

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

Fortaleza, 07 de outubro de 2020.

Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales
Profa. Dra. Juscelide Braga de Castro
Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho
Profa. Dra. Alisandra Cavalcante Fernandes de Almeida

Candidato(a): **MATHEUS FERNANDES MOURÃO**

FOLHA DE MODIFICAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Modificações exigidas na dissertação de Mestrado do candidato **MATHEUS FERNANDES MOURÃO**.

Realizada no dia **07 de outubro de 2020**.

A condição para a aprovação do candidato é cumprir as seguintes exigências:

"Como sugestão o candidato deve fazer as seguintes alterações: delimitar os objetivos gerais, hipóteses e questão de pesquisa citando o tema relatividade restrita e geral; rever citações e reduzir subjetividades, rever conceitos relativos à Relatividade Geral; explicar melhor os Cs do PCMA; esclarecer o que é um questionário gamificado; correlacionar na análise dos resultados as fases do PCMA; inserir os esquemas utilizados na apresentação que não estão no trabalho escrito; sugere-se também que alguns apêndices entrem no corpo do texto."

O prazo para o cumprimento das exigências é de 90 dias, sendo responsáveis pela verificação do cumprimento das exigências os professores:

Prof. Dr. Gilvandenys Leite Sales, Presidente

Profa. Dra. Juscelide Braga de Castro, Co-orientadora



Documento assinado eletronicamente por **AFRÂNIO DE ARAÚJO COELHO, Usuário Externo**, em 07/10/2020, às 17:56, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Juscelide Braga de Castro, Usuário Externo**, em 07/10/2020, às 18:08, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alisandra Cavalcante Fernandes de Almeida, Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 07/10/2020, às 18:14, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

Documento assinado eletronicamente por **Gilvandenys Leite Sales, Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 07/10/2020, às 18:19, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539](#).

19/01/2021

SEMPCE - 2032100 - Ata

de 8 de outubro de 2015.

A autenticidade do documento pode ser conferida no site

[https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador_externo.php?](https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0)[acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0](https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0) informando o código verificador **2032100** e o código CRC **B30E288C**.

23296.009163/2020-11

2032100v10