



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

WALIFF ARRUDA FERREIRA

**TRANSIÇÃO DA FÍSICA CLÁSSICA PARA A FÍSICA MODERNA: UMA ANÁLISE
SOBRE AS GRANDEZAS DE ESPAÇO, TEMPO E MASSA NO 3º ANO DO ENSINO
MÉDIO EM BONITO DE SANTA FÉ/PB.**

**CAJAZEIRAS
2023**

WALIFF ARRUDA FERREIRA

**TRANSIÇÃO DA FÍSICA CLÁSSICA PARA A FÍSICA MODERNA: UMA ANÁLISE
SOBRE AS GRANDEZAS DE ESPAÇO, TEMPO E MASSA NO 3º ANO DO ENSINO
MÉDIO EM BONITO DE SANTA FÉ/PB.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Licenciatura em
Física – UACEN/CFP/UFCG, como requisito
necessário para a obtenção do título de
Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. João Maria da Silva

CAJAZEIRAS
2023

F383t	<p>Ferreira, Waliff Arruda.</p> <p>Transição da física clássica para a física moderna: uma análise sobre as grandezas de espaço, tempo e massa no 3º ano do ensino médio em Bonito de Santa Fé/PB / Waliff Arruda Ferreira. - Cajazeiras, 2023. 82f.</p> <p>Bibliografia.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. João Maria da Silva.</p> <p>Monografia (Licenciatura em Física) UFCG/CFP, 2023.</p> <p>1.Física moderna - ensino médio. 2.Escola Cidadã Integral Técnica – Bonito de Santa Fé - Paraíba. 3.Física clássica. 4.Transição - física clássica-física moderna. 5.Análise de grandezas. 6.Tempo. 7.Espaço. 8.Massa. I.Silva, João Maria da. II. Título.</p>
UFCG/CFP/BS	CDU – 53: 37

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação - (CIP)

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Denize Santos Saraiva Lourenço CRB/15-046

Cajazeiras – Paraíba



ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 20 de junho do ano de dois mil e vinte e três (20/06/2022), às dezesseis horas (16h), em sessão pública realizada no Laboratório de Física do CFP/UFCG, na presença da Banca Examinadora, presidida pelo Prof. Dr. João Maria da Silva e composta pelos examinadores: 1. Prof. Dr. Diego Marcell Rocha, 2. Prof. Dr. Altemar Lobão de Sousa Júnior; o estudante **WALIFF ARRUDA FERREIRA**, Mat. 217110021, apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: "TRANSIÇÃO DA FÍSICA CLÁSSICA PARA A FÍSICA MODERNA: UMA ANÁLISE SOBRE AS GRANDEZAS DE ESPAÇO, TEMPO E MASSA NO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO EM BONITO DE SANTA FÉ/PB.", requisito curricular indispensável para a integralização do Curso de Licenciatura em Física. Após a apresentação da defesa do TCC e arguição por parte dos membros da banca, o orientador informou que serão acatadas as considerações apontadas pelos avaliadores; o estudante, por sua vez, responsabilizou-se por apresentar a versão final corrigida para depósito na Biblioteca do CFP/UFCG e na Coordenação Acadêmica do aludido Curso, em tempo hábil. Logo após as considerações, reunida em sessão reservada, a Banca Examinadora decidiu pela Aprovação do referido trabalho, com média 9,1, divulgando o resultado formalmente ao estudante e demais presentes e eu, na qualidade de Presidente da Banca, lavrei a presente ata que será assinada por mim, pelos demais examinadores e pelo estudante.

Prof. Dr. João Maria da Silva
Orientador e Presidente da Banca examinadora

Prof. Dr. Diego Marcell Rocha
Membro da Banca 01

Prof. Dr. Altemar Lobão de Sousa Júnior
Membro da Banca 02

Waliff Arruda Ferreira

Estudante

Cajazeiras/PB, 20 de junho de 2023.

A Deus, que sempre foi o autor da minha vida e do meu destino.

A minha família, pilares da minha formação como ser humano. Aos amigos presentes, que me motivaram a continuar.

Ao meu melhor amigo Lucas Barbosa (in memoriam), que sempre me apoiou e ousou sonhar junto comigo. Você continua sendo minha maior força na vida. Sua lembrança me inspira e me faz persistir.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Encontrar as palavras de agradecimentos finais para todas as pessoas que estiveram presentes durante toda a minha caminhada na Universidade Federal de Campina Grande – Campus de Cajazeiras não é uma tarefa simples. Foram muitas pessoas, algumas de passagem, outras permanentes, mas todas importantes. É difícil acreditar que estou chegando ao fim do curso e estas palavras de agradecimento também marcam o fim de uma experiência de mais de seis anos na Universidade.

Ao mencionar a Universidade, é notável a grandiosidade da experiência da adesão e, em particular, a qualidade do Curso de Licenciatura em Física da UFCG – Campus de Cajazeiras, que se destaca por sua amplitude e identidade própria. Inicialmente, confesso que pensei em desistir, mas ao enfrentar os desafios iniciais, fui gradualmente me encantando com o que estava estudando. Muito desse encantamento se deve ao trabalho árduo e dedicado dos excelentes professores que compõem este Campus.

Dito isto, gostaria de expressar todos meus agradecimentos:

Inicialmente, a Deus, por tudo que o Senhor fez em minha vida e, em especial, nessa longa caminhada de graduação. Sem a sua presença em minha vida, não teria sido possível alcançar esse momento tão especial e importante.

Ao meu orientador Professor Dr. João Maria da Silva, minha profunda gratidão por todo o apoio, orientação e dedicação demonstrada durante este período. Além de ter desempenhado com maestria a função de orientador, seus ensinamentos foram fundamentais para meu crescimento pessoal e profissional. Sua excelência como professor e profissional é indiscutível. Obrigado.

A minha família, em especial aos meus pais, Maria Iraide Arruda Alves e José Willys Alves Ferreira, e ao meu irmão Walison Arruda Ferreira, pelos incentivos e apoio incondicional durante toda a minha trajetória acadêmica.

Ao meu melhor amigo Lucas Barbosa (in memoriam), não existem palavras para descrever a pessoa maravilhosa que você foi. Estava sempre ao meu lado, desde as idas e vindas para a Universidade no ônibus até os fins de semana de plena nostalgia regados de álcool e risadas, onde lutar pela própria sobrevivência não fazia parte dos nossos planos. Minha vida está recheada de memórias lindas graças à sua presença, obrigado por fazer parte da minha vida, você foi e sempre será luz na vida de todas as pessoas que lhe conheceram, amo você eternamente meu irmão. Para sempre comigo.

Aos meus amigos/irmãos, Alan Alysson, Júlio Cesar, Lucas Barbosa, Hérmino Lira, Luis Fernandes (Luquinhas), Tiago Moreno, Woshington Diego, Werley Breno, que sempre estiveram junto comigo independentemente da situação. Agradeço imensamente por todos os conselhos valiosos e palavras de incentivo que recebi. Além disso, as risadas compartilhadas durante os momentos difíceis foram fundamentais para superar os desafios do dia a dia.

Ao meu grande amigo de curso e da vida, que sempre caminhou junto comigo desde o primeiro dia na Universidade “Mestre” Cícero Marcos Menezes da Silva, obrigado por toda sua ajuda durante esse período de curso, pelas conversas, palavras de encorajamento, e experiências repassadas, tudo isso foi fundamental para que eu pudesse enfrentar os desafios com força e perseverança. Serei eternamente grato a ti por tudo.

Aos amigos e amigas, Joaquim Estevam, Dhones Leite, Brenda Arruda, Susana Arruda, Diego Pimentel, Wandro Lopes, Francinaldo Leite, Nadja Larice, Hélio Ribeiro, Terceiro Neto, Ivelton Lustosa, Siqueira Lustosa, Izabel Leite, Mateus Barbosa, João do Ônibus, Luciana Lima, Astrielly Silva, Guilherme Arruda, agradeço por terem estado ao meu lado nos momentos de dificuldade, por me encorajarem e motivarem quando eu precisava, e por compartilharem comigo momentos de alegria e descontração. Obrigado por serem amigos verdadeiros e por fazerem parte da minha vida.

Em especial aos amigos que conheci na graduação e guardo com grande estima no meu coração: João Paulo, José Oliveira, Naáson Alves, Yuri Marinho, Graziela Lopes, Messias Silva, Eduardo Leite, Ênio Queiroz, Thatiane Nunes, Izabel Alencar, Thaís Emilly, Joyce Lorena, Gabriela Augusto, Karina Caldas, Lucas Machado, Galileu Oliveira, Hugo Caetano, Filipe Vieira, Anthony Lucas, nossos momentos juntos estarão para sempre em minha memória, vocês foram muito importantes durante toda a caminhada na graduação, deixando os dias mais leves.

Aos profissionais e aos estudantes do 3º ano do ensino médio da Escola Cidadã Integral Técnica Estadual Monsenhor Moraes, localizada em Bonito de Santa Fé – PB, pelo apoio e participação efetiva durante a pesquisa.

Aos todos os professores da Universidade Federal de Campina Grande – Campus de Cajazeiras, por todas as orientações, dedicação e comprometimento com o ensino, em particular, Douglas Fregolente, Diego Marcelli, Gustavo de Alencar, Anderson Alves, Caio Fábio, Everton Vieira, Eudes Leite, Luís Paulo e Mirleide Dantas.

Deem graças ao Senhor, porque ele é bom. O seu amor dura para sempre! SALMOS 136:1.

RESUMO

O presente trabalho busca discutir as concepções dos discentes do terceiro ano do ensino médio em uma Escola Cidadã Integral Técnica na cidade de Bonito de Santa Fé/PB no que se refere aos tópicos de espaço, tempo e massa na visão tanto da Mecânica Clássica quanto da Relatividade Restrita. As concepções a que nos referimos acima constituem o objeto central deste trabalho e foram levantadas por meio da aplicação de uma sequência didática tomando como base a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. A sequência foi elaborada tendo em vista o contexto educacional em que se faz importante a inserção de tópicos de Física Moderna no ensino médio. Durante a execução do trabalho foi realizado uma pesquisa-ação com a finalidade de avaliar a relevância de determinadas estratégias pedagógicas onde se discute não apenas a ciência, mas também o processo de construção do conhecimento científico referente à Física Moderna. A partir da análise histórica e das definições das grandezas trabalhadas, destacamos alguns momentos nos quais foram considerados como os mais relevantes dentro da ruptura da Física Clássica para a Física Moderna abordados em sala de aula. Tais momentos abordam as transformações envolvendo espaço e tempo (ambos considerados como grandezas absolutas) por Galileu e Newton, incoerência da relatividade de Galileu para a luz e os fenômenos eletromagnéticos, os problemas que a Física Clássica não conseguia responder, os postulados da Relatividade de Einstein com o espaço e tempo relativo (iniciando assim a chamada Física Moderna) e, por fim, a equivalência Massa-Energia. Para a coleta dos dados foram utilizados testes iniciais e finais, a partir dos quais as análises mostraram um aumento significativo no número de estudantes que passaram a reconhecer as definições de espaço, tempo e massa na visão clássica e relativística e descrevê-las corretamente como um resultado da ação deste trabalho.

Palavras-chave: Ensino Médio; Física Clássica; Física Moderna; Pesquisa-Ação; Sequência Didática.

ABSTRACT

The present work seeks to discuss the conceptions of the students from third year of high school in a Technical Integral Citizen School in the city of Bonito de Santa Fé/PB regarding the topics of space, time and mass in the view of both Classical Mechanics and Special Relativity. The concepts referred above constitute the central object of this work and were raised through the application of a didactic sequence based on David Ausubel's theory of meaningful learning. The sequence was elaborated by considering the educational context in which the insertion of Modern Physics topics in high school is important. During the execution of the work, an action research was carried out with the purpose of evaluating the relevance of certain pedagogical strategies where not only science is discussed, but also the process of construction of scientific knowledge referring to Modern Physics. Based on the historical analysis and the definitions of the worked quantities, we highlight some moments that were considered as the most relevant within the rupture of Classical Physics to Modern Physics addressed in the classroom. Such moments address the transformations involving space and time (both considered as absolute quantities) by Galileu and Newton, the incoherence of Galileu's relativity for light and electromagnetic phenomena, the problems that Classical Physics could not answer, the postulates of Einstein's Relativity with relative space and time (thus initiating the so-called Modern Physics) and, finally, Mass-Energy equivalence. For data collection, initial and final tests were used, from which the analyzes showed a significant increase in the number of students who started to recognize the definitions of space, time and mass in the classical and relativistic view and describe them correctly as a result of the action of this work.

Keywords: High School; Classical Physics; Modern Physics; Action Research; Didactic Sequence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - resposta do aluno E01 a questão 08 do questionário final a respeito das grandezas de espaço, tempo e massa.	53
Figura 2 - resposta do aluno E05 a questão 08 do questionário final a respeito das grandezas de espaço, tempo e massa.	53
Figura 3 - resposta do aluno E08 a questão 08 do questionário final a respeito das grandezas de espaço, tempo e massa.	54
Figura 4 - resposta do aluno E10 a questão 08 do questionário final a respeito das grandezas de espaço, tempo e massa.	54
Figura 5 - resposta do aluno E13 a questão 08 do questionário final a respeito das grandezas de espaço, tempo e massa.	54
Figura 6 - resposta do aluno E18 a questão 08 do questionário final a respeito das grandezas de espaço, tempo e massa.	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - categorização das respostas dos 18 estudantes que responderam à questão 01 do questionário inicial.	38
Tabela 2 - categorização das respostas dos 18 estudantes que responderam à questão 02 do questionário inicial com justificativas.	40
Tabela 3 - categorização das respostas dos 18 estudantes que responderam à questão 03 do questionário inicial com justificativas.	41
Tabela 4 - categorização das respostas dos 18 estudantes que responderam à questão 05 do questionário inicial com justificativas.	43
Tabela 5 - categorização das perguntas e respostas dos 18 estudantes que responderam o item 06 do questionário inicial sobre “verdadeiro” ou “falso”.	44
Tabela 6 - categorização das respostas dos 18 estudantes que responderam à questão 08 do questionário inicial com justificativas.	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - respostas “Sim” ou “Não” à questão 04.....	42
Gráfico 2 - opiniões dos estudantes referentes à questão 01 do questionário final.	45
Gráfico 3 - opiniões dos estudantes referente a questão 02 do questionário final.....	46
Gráfico 4 - opiniões dos estudantes referente a questão 03 do questionário final.....	47
Gráfico 5 - opiniões dos estudantes referente a questão 04 do questionário final.....	48
Gráfico 6 - opiniões dos estudantes referentes à questão 05 do questionário final.	49
Gráfico 7 - opiniões dos estudantes referentes à questão 06 do questionário final.	50
Gráfico 8 - opiniões dos estudantes referente a questão 07 do questionário final.....	51

LISTA DE SIGLAS

BNCC - Base Nacional Comum Curricular.

EM – Ensino Médio.

FC – Física Clássica.

FM – Física Moderna.

PCN+ – Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.

RR – Relatividade Restrita.

SD – Sequência Didática.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	JUSTIFICATIVA.....	24
3	REFERÊNCIAL TEÓRICO	27
3.1	A teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.....	27
4	METODOLOGIA	31
4.1	Pesquisa qualitativa.....	31
4.2	Caracterização da instituição	32
4.3	Os sujeitos participantes da pesquisa.....	33
4.4	O instrumento de coleta de dados	34
4.5	Metodologia usada para análise dos dados	35
4.6	Procedimentos éticos	36
5	RESULTADOS E ANÁLISES	38
6	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

1 INTRODUÇÃO

É amplamente conhecido que os desenvolvimentos da Física ao longo dos tempos avançam a partir da necessidade da sociedade entender os fenômenos naturais existentes no universo. Ao final do século XIX, havia uma concordância entre a maioria dos cientistas que todas as teorias da Física já tinham sido formuladas. Apesar disso, alguns físicos deram início a uma série de experimentos cuja essência não concordava com a estrutura conceitual das teorias clássicas vigentes da época. Isso proporcionou avanços consideráveis nas previsões de fenômenos relacionados ao espaço, tempo, energia e massa, resultando em dados mais exatos nas pesquisas científicas, surgindo o que foi denominado como a Física Moderna (FM).

É fato, que a comunidade científica do século XIX acreditava que a Física, denominada Clássica, estava totalmente definida, tudo indicava que as teorias se encontravam completas, testadas e provadas, e eram absolutas, pois os cientistas já tinham criado incontáveis princípios com imensuráveis testes ao longo do tempo, e, dessa forma, eram corretos e indiscutíveis (PEREIRA, 2015).

Essa concepção do modo clássico de se pensar a natureza estabeleceu suas raízes mais profundas a partir de publicações dos maiores tratados da Física Clássica (FC) já conhecidos, como por exemplo, “*Diálogos sobre os Dois Principais Sistemas do Mundo* (Galileu Galilei, 1.632)” e “*Princípios Matemáticos da Filosofia Natural* (Isaac Newton, 1.685)”. Para Rubén (2000), a obra de Galileu encerra o período de 1610 a 1632, em que Galileu encabeçou uma campanha impressionante pelo *Copernicanismo* e pela liberdade de pensamento, ultrapassando assim as fronteiras da ciência para o grande público e toda a cultura organizada de seu tempo, já que antes disso tínhamos o *Geocentrismo* com a ideia defendida pela igreja e até então uma verdade absoluta, onde se defendia que a terra era o centro do universo.

Para atingir este objetivo, Galileu utilizou-se de uma estratégia científica que se resumia em provar o movimento da terra através da descrição mecanicista do movimento das correntes. Galileu efetivou esse trabalho gradualmente, inicialmente na primeira jornada derrubou a cosmologia tradicional, enquanto na segunda e terceira jornadas ele justificou os movimentos de rotação e translação da Terra e, por fim, na quarta jornada, explicou as marés com base no duplo movimento da Terra (RUBÉN, 2000).

Afirmado assim o caráter planetário da Terra, Galileu destrói os fundamentos antropocêntricos da visão tradicionalista cristã. E, posteriormente, é condenado em 1.633 por esta obra que inaugura a ciência moderna e redesenha o mapa da cultura ocidental (RUBÉN, 2000).

Segundo Ximendes e Matos (2013), apesar de muitos cientistas como Galileu Galilei e outros já terem postulados algumas teorias para explicar o movimento dos corpos, foi Isaac Newton em sua obra quem conseguiu unificar em três leis que explicavam o movimento tanto para corpos terrestres quanto para os celestes. Essas foram determinadas como a mecânica newtoniana, a qual era relacionada com a ideia de espaço e tempo absoluto, e era permitido diferenciar observadores inerciais, cujas leis apresentadas tinham validade e os observadores não inerciais, para os quais as leis não tinham validade. Tais obras foram muito relevantes para as concepções de todos os cientistas da época.

No final do século XIX eram notáveis os avanços em todas as áreas existentes da Física, a saber, a eletricidade, o magnetismo, a óptica, termodinâmica e, por fim, o apogeu da mecânica e da mecânica celeste. De fato, no decorrer do desenvolvimento da Física, novos fenômenos foram descobertos, novas leis foram estabelecidas e novos resultados teóricos e gerais foram desenvolvidos, os quais, na época, cobriam todos os campos. O cientista Lord Kelvin chegou até a aconselhar os jovens a não se concentrarem na Física, pois no escopo desta restavam apenas alguns detalhes desinteressantes como o refinamento das medições a serem aperfeiçoadas (MARTINS, 2001).

Martins (2001) afirma que apesar das convicções de Lord Kelvin, ele mencionou que havia “duas pequenas nuvens” no horizonte da física: os resultados negativos do experimento de Michelson e Morley e a dificuldade em explicar a distribuição de energia na radiação de um corpo negro. Eram essas duas “pequenas nuvens”, no entanto, que provocaram o surgimento das duas teorias que revolucionaram a Física no século XX: A Teoria da Relatividade e a Teoria Quântica.

Martins (2001) ainda enfatiza que muitos físicos da época compartilhavam a visão otimista de Lord Kelvin sem levar em conta os muitos problemas com a Física no final do século XIX. Isso acontecia, pois, a maioria dos cientistas só pensava em sucesso, não em dificuldade. Eles não sabiam que havia um grande número de fenômenos inexplicáveis e problemas teóricos e conceituais pendentes.

Valadares (1993) explica que apesar das convicções da maior parte dos físicos, a FC era de fato uma teoria acabada e que esta jamais deveria ser contestada, ainda que o físico e filósofo Ernest Mach (1838-1916) manifestasse fortes críticas a respeito das concepções newtonianas de tempo e espaço absolutos. De acordo com o físico Ernest, o espaço e o tempo são grandezas relativas e assim sendo, a massa está relacionada mutuamente, atuando como papel fundamental nessa relação com a aceleração dos corpos.

No início do século XX, vários fenômenos até então desconhecidos começaram a

surgir e não encontravam explicação à luz da Teoria Newtoniana. Tais acontecimentos estavam ligados ao mundo dos átomos, moléculas e problemas envolvendo velocidades muito próximas à velocidade da luz. Essas constatações proporcionaram aos cientistas o entendimento de que o conhecimento vigente não era suficiente para explicar fenômenos desta natureza. Dessa forma, diversas hipóteses começaram a ser levantadas, com tópicos denominados de Teoria da Relatividade e de Física Quântica, dando início assim a FM que estabeleceria profundas transformações em conceitos básicos (BORGES, 2005).

De acordo com Ferreira (2004) e Porto e Porto (2008), os primeiros casos nos quais as teorias da FC não conseguiram explicar os fatos acima mencionados, foram observados em um experimento de um cientista chamado Kaufmann. Nesta ocasião, as massas dos elétrons acelerados em campos elétricos e magnéticos apresentavam uma ligeira variação com a sua velocidade. Outros experimentos envolvendo a teoria eletromagnética de Maxwell exigia uma conclusão de haver uma distinção entre dois observadores inerciais. Daí surge muitos outros fenômenos experimentais cuja essência não encontrava respaldo à luz da FC, dentre os quais podemos citar: o estudo de descargas elétricas em gases rarefeitos, que levou à descoberta dos raios catódicos, os raios catódicos levaram à descoberta dos raios X, que eram úteis, mas misteriosos; J. J. Thomson, estudando os raios catódicos, descobriu o elétron.

Neste ponto do desenvolvimento da Física faz-se necessário colocar a seguinte questão: Mas que relação os elétrons tinham com os átomos da matéria? A resposta a essa questão nasce dos estudos de Henri Becquerel (1866) e do casal Curie (1902), os quais possibilitaram a descoberta da radioatividade e de estranhos elementos que emitiam energia de origem desconhecida; os raios X e a luz ultravioleta podiam descarregar eletroscópios, e em alguns casos a luz visível também, mas o fenômeno não era compreendido. Outra questão frequentemente cabível à época tinha a ver com o fato de alguns tipos de luz não conseguirem produzir o efeito fotoelétrico (MARTINS, 2001).

Com esses fatos acima supramencionados, no final do século XIX ainda não se tinha totalmente claro a estrutura atômico-molecular da matéria. O único estado da matéria que havia sido explicado era o gasoso. Eram incompreensíveis como os átomos podiam formar corpos sólidos; o que eram os raios X? Um tipo de onda eletromagnética? Ou um tipo de partícula, como o elétron? O que eram as radiações emitidas pelos corpos radioativos? De onde saia sua energia que parecia inesgotável? Um dos grandes problemas teóricos no final do século XIX era compreender a interação entre matéria e radiação, entre esses e outros fenômenos que foram questionamentos na época a respeito dos estudos teóricos e experimentais (MARTINS, 2001).

Para entender as razões por que tais fatos estavam acontecendo, e, portanto, divergindo das tradicionais explicações da FC do final do século XX, e com os inúmeros desenvolvimentos teóricos obtidos a partir dos estudos desses problemas. Houveram diversas tentativas de unificar algumas teorias básicas da Física, como foi o caso da mecânica com o eletromagnetismo e da termodinâmica com o eletromagnetismo, o que levou inevitavelmente a problemas teóricos muito complexos. Sendo assim, os cientistas entenderam ser necessária a existência de uma nova teoria que substituísse ou complementasse a FC, podendo desta forma abranger toda a Física dentro de uma concepção ideal, desencadeando então a formulação da Teoria da Relatividade e da Teoria Quântica. Foi então a partir dessas questões fundamentais que Einstein apresentou, em 1905, a sua célebre obra da Teoria da RR, a qual se baseou em dois princípios básicos, a saber, o Princípio de Relatividade, onde as leis da Física são as mesmas em todos os referenciais inerciais, ou seja, não existe nenhum referencial absoluto (ou privilegiado), e, o Princípio da constância da velocidade da luz, onde a velocidade da luz no vácuo tem o mesmo valor constante c em todos os referenciais inerciais (XIMENDES; MATOS, 2013).

Além do surgimento da relatividade, a teoria quântica também surgiu como um resultado das diversas tentativas de se entender e resolver alguns dos problemas de fronteira mais desafiadores envolvendo a interação da radiação eletromagnética com a matéria. O Cientista Alemão Max Planck (1858 – 1947) foi quem deu os primeiros passos no desenvolvimento da teoria quântica e atualmente é conhecido como o pai da mesma. Seguindo essa perspectiva, o início do século XX foi marcado por um intenso desenvolvimento sobre as questões mais intrigantes da velha teoria quântica, iniciando, portanto, o surgimento de uma nova área da física, a qual dava conta de resolver os problemas da radiação de corpo negro como resultado dos estudos de Planck, o efeito fotoelétrico e o calor específico dos sólidos oriundos das pesquisas de Einstein e a espectroscopia atômica descontínua nas pesquisas de Bohr (MARTINS, 2001). Portanto, foram esses e outros estudos que serviram de base para a construção e consolidação do que atualmente chamamos de FM, ou seja, a elucidação de muitos fenômenos que antes não encontravam respaldos à luz do pensamento puramente Clássico.

Diante desses fatos, é notoriamente possível compreender as razões pelas quais muitos temas desta área do conhecimento podem gerar grandes dificuldades na aprendizagem por parte dos discentes, especialmente quando abordados em nível de EM nas escolas públicas. Nesse sentido, essa área do conhecimento físico apresenta muitas concepções variadas sobre algumas grandezas, como é o caso do espaço e do tempo (PIRES, 2008), ideia essa que, em

geral, se apresenta na contramão do que imagina o estudante da educação básica que espera encontrar uma escola organizada e adaptada em relação às recentes ideias da física que serão apresentadas e debatidas (ARAÚJO, 2018).

Pensando na maneira com a qual esses temas são abordados nas escolas de nível médio, Karam (2005) destaca que a FC e a FM possuem conceitos e variáveis fundamentais, ainda assim com definições e interpretações diferentes nas duas teorias. Exemplificando, o autor destaca três definições diferentes nas duas teorias: a massa newtoniana é conservada e a einsteiniana é transformável em energia; o tempo para Newton é absoluto, enquanto para Einstein é uma função da velocidade do corpo; o comprimento de um corpo é inalterável na mecânica de Newton, enquanto na relatividade este se contrai na direção do movimento.

Atualmente nas escolas de EM, segundo Pereira e Aguiar (2006, p. 67): “[...] infelizmente, (...), a Física vem sendo ensinada, ainda, conforme metodologias estabelecidas no final do século XIX”. Isso significa que o ensino de Física está limitado apenas aos temas envolvendo a visão clássica da física, limitando assim os estudantes do EM a um entendimento puramente incompleto das teorias básicas da física.

Segundo Terrazzan e Pereira (1992) e Aguiar (2006), é interessante destacar que os currículos de Física nas escolas brasileiras são carentes e similares entre si. Em particular, voltado quase exclusivamente a apresentações da FC. Isso se dá devido ao fato de que, até a presente construção desses currículos, ainda seguem uma perspectiva de manuais estrangeiros de física utilizados no século XIX, os quais ainda adotam um padrão comum de conteúdo nas séries do EM, como Mecânica, Termodinâmica, Onda, Ótica e Eletromagnetismo, e assim permanece, abandonando os desenvolvimentos recentes da física dos séculos XX e XXI.

A BNCC menciona a importância de compreender as relações entre a Física e outras áreas do conhecimento, bem como as implicações sociais, ambientais e éticas do desenvolvimento científico e tecnológico. Isso abre espaço para que temas modernos e contemporâneos da Física, como a Física Quântica e a Teoria da Relatividade, sejam abordados de maneira contextualizada (BRASIL, 2018).

É recomendado então que os currículos de Física incluam aspectos da Física Moderna, como: Física Quântica, com conteúdos relacionados à introdução aos conceitos fundamentais da mecânica quântica, como partícula-onda, dualidade partícula-onda, princípio da incerteza, superposição quântica e emaranhamento, estudo de modelos quânticos simples, como o poço de potencial, o oscilador harmônico quântico e o átomo de hidrogênio, aplicações da Física Quântica em tecnologias atuais, como a computação quântica e a criptografia quântica. E

relacionado a Teoria da Relatividade, destaca-se os conteúdos de compreensão dos princípios básicos da teoria da relatividade restrita e da relatividade geral, estudo de fenômenos relativísticos, como dilatação do tempo, contração espacial e curvatura do espaço-tempo e a exploração de aplicações da teoria da relatividade, como a cosmologia e a descrição do comportamento de objetos massivos. Esses são apenas alguns exemplos de temas que podem ser abordados no estudo da Física Moderna, no contexto da BNCC. É importante lembrar que cada escola tem autonomia para adaptar e complementar esses temas de acordo com seu projeto pedagógico e recursos disponíveis (BRASIL, 2018).

Pinto e Zanetic (1999) enfatizam que é, portanto, necessário transformar o ensino de física tradicional ofertado por nossas escolas em um curso que abranja o crescimento da FM, não apenas como uma simples curiosidade, mas, principalmente por esta ser uma ciência que surge para justificar fenômenos que a FC não consegue explicar, resultando assim em uma nova perspectiva sobre o mundo.

Neto *et al.* (2019) mostram também que as estruturas vigentes dos livros didáticos utilizados nas escolas no que se refere aos tópicos de FM, encontram-se invariavelmente nos últimos capítulos dos livros adotados no terceiro ano do EM. Ainda sobre essa questão, Sampaio (2021 *apud* OLIVEIRA; ALMEIDA, 2013) destaca que em muitos casos os estudantes nem sempre conseguem ver os tópicos da FM, justamente por estes estarem dispostos no final do livro didático e pelo fato de não haver, em geral, tempo suficientemente hábil para serem abordados pelos professores. Nesse sentido, é importante destacar que os manuais escolares apresentados pelos professores, em geral, sempre seguem padrões semelhantes. Arons (1990) declara a real ausência nas sequências escolares, uma vez que sempre é necessário "deixar algo de fora" ao estruturar-se a sequência de conteúdo a serem apresentados. E pensando especialmente no ensino da FM, por esta área se apresentar nos conteúdos finais do livro, na maioria dos casos, os professores não conseguem contemplar este assunto.

Desse modo, é notável perceber a exclusão do ensino de uma Física que vem sendo desenvolvida desde o início do século XX do currículo do EM. Para Pereira e Aguiar (2006), existem muitos assuntos com tamanha importância dentro da ciência que podem ser tratados no EM, especialmente por serem essenciais para o discente, e pouco ou quase nunca é apresentado. Daí surge a importância de se atualizar o ensino da Física, onde este consiga abranger uma maior quantidade de conteúdo voltado à FM.

Na visão de Moreira (2017), existem muitas questões pelas quais não se trabalham, efetivamente, a FM no EM. Uma das dificuldades mais iminentes sobre essa questão reside no

fato do docente possuir limitações em relação aos conceitos físicos desta área. Isso se deve ao fato de os mesmos terem vivenciado uma graduação fragilizada, uma visão de transferência didática e de uma aprendizagem que não atribui significados. Além disso, outros pontos destacados por Moreira se referem à carga horária do professor de Física, ele destaca que a carga horária é um tempo muito curto para o desenvolvimento das atividades na sua totalidade. Outros fatores são as péssimas condições de trabalho dos educadores, principalmente no que se refere às condições da rede pública. Dentre tantas, destacam-se duas: a questão salarial e as condições desfavoráveis de trabalho neste nível de ensino.

Ainda seguindo essa perspectiva, Moreira (2017) também destaca que:

[...] Além da falta e/ou despreparo dos professores, de suas más condições de trabalho, do reduzido número de aulas no ensino médio e da progressiva perda de identidade da Física no currículo nesse nível, o ensino da Física estimula a aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados. Estamos no século XXI, mas a Física ensinada não passa do século XIX. Em resumo, o ensino da Física na educação contemporânea é desatualizado em termos de conteúdos e tecnologias, centrado no docente, comportamentalista, focado no treinamento para as provas e aborda a Física como uma ciência acabada, tal como apresentada em um livro de texto (MOREIRA; 2017, p.02).

Corroborando a essa afirmação, Neto et al. (2019), afirmam que isso fica evidente devido à curta duração das aulas de Física, momento em que os professores se sentem compelidos a excluir alguns materiais e selecionar outros. A falta de materiais de base à FM é fortemente destacada pelos professores, quando se trata de sua inclusão no EM.

Diante dos fatos apresentados até o momento e de tantos outros que também podem interferir no ensino da FM no EM, ainda existe o fato de como os conteúdos devem ser ensinados quando tais temáticas são propostas pelos professores, uma vez que, tal como já mencionado, muitos não possuem uma formação adequada e, neste sentido, Ostermann e Moreira (2000) destaca que:

Em síntese, pode-se verificar que, além de ser um tanto escassa a literatura a respeito de questões metodológicas sobre o ensino da Física Moderna nas escolas, há várias divergências a respeito de que caminho deve ser seguido. Em particular, o papel das analogias clássicas para o entendimento dos conceitos modernos, a ênfase ou não em pré-requisitos, a abordagem histórica ou “lógica” são pontos que geram muitas discordâncias (OSTERMANN; MOREIRA, 2000, p. 30).

Em consideração a isso, Terrazzan (1994) considera a existência de uma aceitação nas novas metodologias a serem abordadas pelos professores, de acordo com a forma trabalhada.

Então é o professor que tem o dever de elaborar um modelo de ensino da FM de acordo com seu estilo e discentes presentes na turma. Diante disso, é importante que seja destacado a maioria dos temas desenvolvidos ao longo da história da ciência.

Apesar de muitos problemas existentes, Ostermann et al. (1998) reforçam e apontam alguns motivos para se inserir as temáticas envolvendo a FM no EM. Dentre esses motivos, destaca-se o fato dos alunos não terem contato com conhecimentos desenvolvidos após o ano de 1900, que modernizam totalmente a ciência. Esse é um cenário inadmissível, visto que a sociedade está vivenciando uma era da FM e por isso, o Ensino de Física no Nível Médio, deveria partir desses conceitos, mais presentes no cotidiano dos educandos intercalando-os com os da FC.

Diante do panorama até aqui colocado, começamos a questionar o fato dos conhecimentos que são produzidos, há mais de um século, não serem abordados na Educação Básica. Este fato se torna importante, pois de acordo com estudos de Terrazan (1992), para um alto número de estudantes a Física vista no EM será o único contato que o discente terá com temas relacionados a este campo de conhecimento científico. Sendo assim, seja qual for a interpretação dada sobre algum conteúdo físico, será contemplado pelo estudante como uma verdade absoluta, e este fato é discutível, pois existem determinados fenômenos na natureza que os modelos da FC são limitados e não conseguem responder. É neste momento que se mostra eficaz a inserção da FM.

O Ensino de Ciência deve levar o aluno a entender que a mesma está em constante processo de construção. Isso possibilita à Ciência avançar com o passar do tempo, gerando como consequência o surgimento de inúmeras tecnologias e novos conhecimentos, que estão sendo vivenciados no dia a dia desse público escolar. Todos os dias os discentes estão submersos em um mundo cada vez mais fascinante e repleto de conhecimentos tecnológicos e científicos. Todavia, a ligação dos estudantes com este mundo se retrata, em diversas vezes, a meros desfrutadores que não se atentam a fazer indagações que os levem a compreender o conhecimento científico por trás desses elementos tecnológicos. Esse acontecimento, constantemente, está ligado com um Ensino de Ciência, em notável o de Física, que não aborda os conceitos conectados a esse progresso (ROCHA; RICARDO, 2016).

Desse modo, na perspectiva de dar outra direção a esse cenário e apontando os professores de Física como principais agentes de mudança, partindo de suas metodologias aplicadas em sala de aula, torna-se significativo investigar as concepções dos discentes do terceiro ano do EM em uma Escola Cidadã Integral Técnica a respeito de alguns conceitos físicos abordados pela FC, em relação às novas ideias apresentadas sobre essas mesmas

concepções elucidadas pela FM atual, tomando como exemplo, as grandezas de espaço, tempo e massa.

Este trabalho de conclusão de curso está estruturado em seis capítulos. Neste capítulo 1, de introdução, serão apresentadas questões que me levaram a delimitar um problema e que foi motivação para desenvolver a pesquisa voltada para o ensino da FM.

No capítulo 2, buscamos explicar a importância do ensino de FM para a formação de um indivíduo na sociedade, e, em especial, na área de RR, e quais são os possíveis problemas no aprendizado desse conteúdo, e possíveis soluções de acordo com alguns pesquisadores.

No capítulo 3, apresentaremos em detalhe a fundamentação teórica adotada neste trabalho, a saber, a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, teoria enriquecida, explicada e propagada no Brasil, principalmente, por Marco Antonio Moreira.

No Capítulo 4, será apresentada a metodologia, enfatizando o tipo de pesquisa adotada no trabalho, a caracterização da escola onde foi desenvolvida, e os sujeitos participantes da mesma. Ainda nesse capítulo, são descritos os instrumentos utilizados na coleta de dados e a técnica usada para a análise dos dados, a análise de conteúdo desenvolvida por Laurence Bardin. Ao fim do capítulo é mostrado os procedimentos éticos adotados na pesquisa.

No capítulo 5, encontram-se, os resultados e análises obtidas a partir da aplicação dos instrumentos de coleta, após a utilização da técnica de análise de conteúdo, a respeito da construção do conhecimento sobre as grandezas tratadas.

Por último, no capítulo 6, é apresentado às considerações finais sobre toda a pesquisa, fazendo alguns comentários gerais desde a problematização, algumas dificuldades de realizar a proposta, até os resultados obtidos relacionados à aplicação da SD e os traços da ocorrência ou não da aprendizagem significativa das grandezas físicas trabalhadas durante a pesquisa.

2 JUSTIFICATIVA

A educação está em constante transformação, sendo objeto de estudo contínuo de muitos pesquisadores, principalmente no que diz respeito às melhorias ou naqueles aspectos que geram inquietações na comunidade escolar. Nesse sentido, a Física é uma área que está em constantes avanços e, conseqüentemente, mudanças nos modelos devem ser abordadas no processo de ensino-aprendizagem nas escolas do EM. De acordo com Kessler (2008), os livros de Física no EM atentam em destaque para a FC, área incontestável para o ensino, entretanto as literaturas de ensino abordam restritamente os tópicos de FM.

As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais dos PCN+ fortalecem que as apresentações de conteúdos da Física devem mostrar uma coleção de competências capazes de compreender fenômenos naturais e tecnológicos que estão presentes, tanto no dia a dia, como também nos avanços do universo distante. Essas orientações afirmam que é preciso “construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade” (BRASIL, 2002, p.1).

Em vista disto, Kikuchi et al. (2013) reforçam a relevância de tópicos presentes no dia a dia referente a FM no EM, pois esses assuntos proporcionam nos discentes um novo modo de refletir sobre a realidade que conhecemos, percebendo assim que esta é resultado de ações humanas. O autor afirma também que a realidade nas salas de aula do EM apesar da relevância desses tópicos, o ensino de tais temáticas ainda está longe de se fazer presente.

Nesse contexto, Terrazzan (1992) verifica duas preocupações adicionais que devem ser destacadas. A primeira condiz com a inserção dos tópicos relacionados aos desenvolvimentos recentes da Física a serem introduzidas no EM, enquanto a segunda, é a introdução de tópicos na perspectiva moderna da Física. O autor destaca, em especial, a segunda preocupação, pois essa se destina a exibir os conteúdos de Física deste século de forma mais abrangente.

Ensinar tópicos de FM como: a relatividade e a mecânica quântica - não irão anular as teorias clássicas, elas permanecem válidas e, além disso, servem como bons exemplos para aproximar em muitos casos a aprendizagem das teorias relativísticas envolvendo o âmbito das partículas muito pequenas, corpos muito grandes e corpos ou partículas muito velozes, fenômenos estes que a FC não consegue responder (KESSLER, 2008).

Ainda nessa perspectiva, Neto et al. (2019) propõem a inserção de conteúdos da FM sempre que houver relação com tópicos da FC, cabendo ao docente decidir qual melhor metodologia possível no momento, e dessa forma, os discentes passariam a ter contato com as

temáticas nos três anos do EM e não apenas no fim do terceiro ano.

Na perspectiva dos tópicos a ser trabalhados, Pereira (2015) observa que as grandezas de massa, tempo e comprimento são apontadas no ensino da FC como absolutas, entretanto, o autor afirma que essas grandezas, assim como a velocidade, são relativas, e podem ser observadas a partir dos tópicos sobre a contração do espaço em RR, a dilatação do tempo, e a relação da massa relativística.

Em decorrência disso, se faz importante perceber como esses tópicos vêm sendo tratados nas escolas. De acordo com estudos de Karam (2005), o tópico sobre a descrição do movimento exige a determinação de um ponto de referência, e este é abordado no primeiro ano das aulas de introdução ao EM. No entanto, conforme evidenciado pela observação de seu estudo, essa discussão não é retomada nos anos subsequentes do ensino. Deste modo, o movimento é descrito como uma mudança de posição ao longo do tempo sem qualquer reflexão sobre seus aspectos sendo utilizado como parâmetro para definição das equações cinemáticas, isso ajuda a remeter, na melhor das hipóteses ao conceito de tempo absoluto, que também atua como barreira para a compreensão da interpretação relativista, se for abordada futuramente (KARAM, 2005).

Karam (2005) enfatiza ainda em seu trabalho que ao contrário de Newton, Einstein postula que a velocidade da luz é uma grandeza absoluta e que o tempo, como resultado, torna-se relativo. Isso implica que o intervalo de tempo médio e a simultaneidade dos eventos são determinados pelo referencial, mostrando assim a importância de retomar a discussão dos conteúdos, ou então mostrar simultaneamente o ponto de vista newtoniano e relativístico.

Por consequência da grandeza tempo ser relativa na teoria de Einstein, utilizando a contração de Lorentz, o comprimento também se torna relativo. Desta forma Pereira (2015) enfatiza que:

Para medir o comprimento de um objeto que está se movendo na velocidade da luz, é preciso determinar o tempo que este objeto leva para passar por um referencial estacionário, mas esta medida deve ser feita dos dois referenciais, ou seja, do estacionário para o que está em movimento e do que está em movimento para o que está estacionário. Assim sendo, o corpo em movimento sofre uma contração com um fator igual ao de dilatação do espaço/tempo (PEREIRA, 2015, p.184).

Segundo Pereira (2015), os conceitos oriundos da teoria da relatividade resultam numa discordância por parte do senso comum, ainda que toda a teoria tenha sido testada, admitida e comprovada, mais uma mudança relativista tem a ver com a massa dos corpos, que

anteriormente era considerada absoluta, mas de acordo com as leis da relatividade, a massa de um corpo pode diferir da massa de suas partes separadas, e isso é explicado pela equação de Einstein que mostra que $E=mc^2$.

Está é a equação considerada mais famosa da Física, ela fornece informações importantes sobre a transformação de massa em energia e vice-versa, entretanto é relevante considerar a velocidade da luz para isso acontecer, pois isso significa que, se um corpo for acelerado a uma velocidade próxima à da luz, a massa desse corpo aumentará à medida que a energia for adicionada para levá-lo a essa velocidade (PEREIRA, 2015).

Assim incorporando esses conceitos, consequências e interpretações da Teoria da Relatividade através da FM na programação de Física do EM, ajudamos desenvolver uma compreensão de mundo nos estudantes, expondo assim que a FM estuda e analisa fatos importantes para o cotidiano, onde tem aplicações diretas em nossas vidas, sendo também importante estudar esta teoria para mostrar que todo este conhecimento é uma construção humana que se reproduz ao longo da História da Física (KARAM, 2005).

3 REFERÊNCIAL TEÓRICO

3.1 A teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel

O ensino de Física no EM visa desenvolver nos alunos a capacidade de abordar o conhecimento científico de forma a descrever ou demonstrar fenômenos e comportamentos que são comuns ao seu dia a dia. Com isso, o estudo desse conhecimento deve possibilitar aos alunos compreender como ocorre determinado fenômeno a partir da interpretação da experiência pessoal e cotidiana, e elucidar e comprovar isso de forma científica (XAVIER, 2021). Isso significa que os procedimentos vigentes em relação ao processo de ensino-aprendizagem acerca das temáticas que normalmente deveriam ser ministrados no EM estão muito distantes da situação minimamente aceitável. Ou seja, dependendo do contexto, há uma barreira entre os conceitos físicos que os professores apresentam em sala de aula e o conhecimento sobre “ciência” dos alunos trazidos de sua vivência diária para o ambiente escolar de forma empírica, dificultando a compreensão. Essa realidade é amplificada quando voltamos o olhar para o currículo e metodologia direcionados ao Ensino e Aprendizagem dos conceitos de FM ensinados atualmente no EM.

Partindo desse pressuposto no plano docente utilizado para o desenvolvimento deste trabalho, utilizamos a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel que, de forma geral, tem como ponto central o conhecimento prévio dos estudantes. No Brasil, essa teoria é enriquecida, explicada e propagada por vários pesquisadores desde 1970, dentre eles Marco Antonio Moreira, o qual enfatiza também que a teoria tem como ponto principal o conhecimento prévio dos estudantes, e segundo ele:

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-litera, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (MOREIRA, 2008, p.1).

Ampliando a citação anterior, é importante mencionar dois conceitos extremamente importantes da Teoria da Aprendizagem Significativa, a saber: aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica. Segundo Moreira (2011, p. 26) "a aprendizagem significativa é o processo pelo qual novas informações (novos conhecimentos) são associadas à estrutura cognitiva do aprendiz de forma não arbitrária e substantiva (não literal)". De acordo com

Moreira e Ostermann (1999), a relação é não arbitrária, porque a interação é feita com o conhecimento, especialmente, relevante sobre a estrutura cognitiva do estudante, e isso é chamado de subsunçores. Por outro lado, em relação a aprendizagem mecânica acontece quando a nova informação se conecta com a estrutura cognitiva de maneira arbitrária e literal, isto é, a aprendizagem de novos conhecimentos com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Moreira e Ostermann compreendem que na Física, um bom exemplo de aprendizagem mecânica é a simples memorização de fórmulas, leis e conceitos.

Segundo Moreira (2008) esses conhecimentos, principalmente relacionados ao novo aprendizado, podem ser, por exemplo, um símbolo já importante, um conceito, uma proposição, um modelo mental. David Ausubel refere-se a esses conhecimentos ou conceitos como subsunçores ou ideias âncoras para o novo. Segundo ele:

[...] a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação “ancora-se” em conceitos relevantes (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva. Ou seja, novas ideias, conceitos, proposições podem ser aprendidos significativamente (e retidos), na medida em que outras ideias, conceitos, proposições, relevantes e inclusivos estejam, adequadamente claros e disponíveis, na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem às novas ideias e conceitos (MOREIRA; OSTERMANN, 1999, p. 46).

Para Ausubel, o indivíduo já possui em sua estrutura cognitiva a existência dessas ideias, tornando possível à intervenção de novas informações com as já pré-existentes, acontecendo assim um ajustamento quando novos conhecimentos são obtidos e, assim, os elementos já existentes na estrutura cognitiva se refazem e adquirem novos significados, criando, portanto, a Aprendizagem Significativa (MOREIRA; OSTERMANN, 1999).

Na aprendizagem significativa, os conhecimentos prévios desempenham um papel fundamental. Eles se referem aos conhecimentos, experiências e conceitos que os estudantes já possuem antes de se envolverem em um novo processo de aprendizagem. Esses conhecimentos prévios formam a base sobre a qual novas informações são construídas e relacionadas, possibilitando uma compreensão mais profunda e significativa dos novos conceitos.

Segundo Ausubel (1968) existem dois tipos principais de conhecimentos prévios na aprendizagem significativa: Conhecimentos prévios conceituais - refere-se aos conceitos e informações que os alunos já possuem sobre o assunto em estudo. Esses conhecimentos podem ter sido adquiridos em experiências anteriores, em sala de aula ou fora dela. Os

conhecimentos prévios conceituais fornecem uma estrutura cognitiva para assimilar e integrar novas informações. Ao relacionar os novos conceitos com os conhecimentos existentes, os alunos podem construir uma compreensão mais rica e significativa do assunto. Conhecimentos prévios procedimentais - referem-se às habilidades, estratégias e processos que os alunos já dominam em relação ao assunto em estudo. Por exemplo, se os alunos já têm experiência em resolver problemas físicos envolvendo grandezas com tempo e/ou distância, eles têm conhecimentos prévios procedimentais nessa área. Esses conhecimentos prévios procedimentais podem ser aplicados e adaptados para a aquisição de novas habilidades e processos durante a aprendizagem.

Ainda na perspectiva de Moreira (1999) a Aprendizagem Significativa busca ativar e utilizar os conhecimentos prévios dos alunos de maneira intencional. Os educadores podem realizar atividades que ajudem os alunos a refletir sobre seus conhecimentos prévios, identificar lacunas de compreensão, corrigir concepções equivocadas e relacionar esses conhecimentos com novas informações. Isso cria uma conexão entre o que já se sabe e o que está sendo aprendido, tornando o processo de aprendizagem mais significativo e facilitando a retenção e a transferência de conhecimento. Além disso, é importante reconhecer que os conhecimentos prévios podem variar de aluno para aluno, e é fundamental adaptar a instrução para atender às necessidades individuais dos estudantes. Ao considerar e valorizar os conhecimentos prévios dos alunos, os educadores podem criar um ambiente de aprendizagem mais engajador, relevante e enriquecedor.

Para obter evidências da aprendizagem significativa, perguntas e problemas precisam ser feitos de maneiras inovadoras e desconhecidas para os alunos, com o objetivo de exigir o máximo de transferência do conhecimento aprendido (MOREIRA, 1999). Portanto, os testes de compreensão devem ser escritos de forma diferente e apresentados em um contexto diferente do material didático. Além disso, a resolução de problemas é uma forma eficiente e prática de buscar demonstrar uma aprendizagem significativa (MOREIRA, OSTERMANN, 1999). Levando essas questões em consideração, neste trabalho foram desenvolvidos testes (questionários) iniciais e finais durante o período dos encontros em sala de aula que seguiram uma Sequência Didática (SD) com apresentações dos conteúdos referentes à FM, buscando evidenciar a Aprendizagem Significativa. Os questionários citados se encontram nos anexos.

Uma SD é um planejamento organizado de atividades de ensino que têm como objetivo promover a aprendizagem dos alunos. Ao aplicar os princípios da Aprendizagem Significativa, pode-se garantir que a SD seja coerente e facilite a construção de conhecimento pelos alunos.

De acordo com o trabalho de Ausubel (1968) da teoria da Aprendizagem Significativa, essa teoria pode influenciar a formulação de uma SD com alguns pontos interessantes, como exemplo:

Ativação dos conhecimentos prévios: A teoria da aprendizagem significativa enfatiza a importância de conectar os novos conteúdos com os conhecimentos prévios dos alunos. Uma SD eficaz deve começar ativando os conhecimentos prévios relevantes dos alunos, por meio de perguntas, discussões ou atividades que permitam que eles reflitam sobre o que já sabem sobre o tema. Isso cria uma base sólida para a construção de novos conceitos.

Organização dos conteúdos: Ausubel propõe que os novos conceitos sejam apresentados de maneira organizada, relacionando-se com os conhecimentos prévios já existentes na mente dos alunos. Uma SD bem estruturada deve fornecer uma progressão lógica e coerente dos conteúdos, levando em consideração a estrutura cognitiva dos alunos e promovendo a conexão entre os novos conceitos e os conhecimentos prévios.

Contextualização e relevância: A teoria da Aprendizagem Significativa destaca a importância de relacionar os novos conteúdos com a vida e as experiências dos alunos. Uma SD eficaz deve incluir exemplos, aplicações práticas e situações reais que tornem os conceitos mais relevantes e significativos para os alunos. Isso aumenta o interesse e a motivação dos alunos, tornando a aprendizagem mais envolvente.

Feedback e avaliação formativa: A teoria da Aprendizagem Significativa enfatiza a importância do feedback e da avaliação contínua para a consolidação e aprimoramento do conhecimento. Uma SD deve incluir momentos de feedback e avaliação formativa, permitindo que os alunos recebam orientações sobre seu progresso, identifiquem lacunas de compreensão e façam ajustes em seu aprendizado.

Essas são apenas algumas maneiras pelas quais a teoria da Aprendizagem Significativa pode contribuir para a formulação de uma SD. É importante adaptar esses princípios à realidade da sala de aula, considerando as características dos estudantes, os objetivos de aprendizagem e os recursos disponíveis. A reflexão e a prática pedagógica são fundamentais para aprimorar a aplicação desses princípios e promover a Aprendizagem Significativa dos estudantes.

4 METODOLOGIA

4.1 Pesquisa qualitativa

O presente estudo trata-se de uma pesquisa de cunho qualitativo e pode também ser classificada como uma pesquisa descritiva, a qual, investiga e apresenta, através de relatos, as concepções dos estudantes em uma turma de terceiro ano do EM em uma Escola Cidadã Integral Técnica na cidade de Bonito de Santa Fé/PB a respeito dos conceitos de espaço, tempo e massa, buscando compreender as principais concepções incorporadas por tais estudantes a respeito destas grandezas no âmbito da FC e FM. O estudo também visa subsidiar ações que possam contribuir com novas propostas e estratégias que possibilitem uma melhoria no ensino/aprendizagem dos conteúdos acima supramencionados. Neste ponto, é interessante esclarecer que o mapeamento das concepções incorporadas pelos estudantes em relação aos conceitos objetos desta pesquisa, tais como já descritos acima, será aplicado um formulário baseado numa SD, permitindo assim realizar uma análise a respeito das grandezas nas concepções dos estudantes.

As pesquisas qualitativa e quantitativa permitem a reflexão dos caminhos a serem seguidos nos estudos científicos, pois auxiliam para entender, desvendar, qualificar e quantificar de forma verificativa, bem como permitem estudar a importância dos fenômenos e fatos para que se possa mensurá-los. Dessa forma os métodos qualitativos e quantitativos são mutuamente exclusivos e contribuem para compreensão e quantificação dos aspectos lógicos e essenciais de um fato ou fenômeno aprendido. São procedimentos racionais, intuitivos e descritivos que ajudam pesquisadores envolvidos em pesquisa científica e profissional (PROETTI, 2018).

Lüdke e André (1986) destacam em seu trabalho as principais características da pesquisa com enfoque qualitativo, dentre elas podemos destacar que: o ambiente é ponto principal de dados; esses dados coletados são de preferência descritivos; a ênfase da pesquisa está muito mais no processo do que no produto; as definições que os sujeitos atribuem tem características importante para o pesquisador.

Corroborando a essa ideia, foi desenvolvida nesse projeto uma pesquisa do tipo aplicada, qualitativa e descritiva, com atributos de pesquisa-ação. A pesquisa-ação é uma pesquisa onde o pesquisador participa diretamente com a causa que está sendo investigada (BOGDAN, 1994). Pode ser destacado também que a abordagem qualitativa na perspectiva da pesquisa-ação possui as seguintes propriedades segundo Bogdan (1994):

Os dados que são recolhidos tendem a ser descritivos, consistindo em relatos mais ou menos vívidos que as pessoas fazem dos acontecimentos e atividades. A apresentação dos resultados também envolve a sua descrição. A investigação tende a ser conduzida nos locais onde os programas se estão a desenrolar [...]. A ênfase consiste em relatar o que aconteceu, sob diferentes perspectivas, e conhecer as consequências da intervenção, tanto as não esperadas como as desejadas (BOGDAN, 1994, p. 269).

Ainda segundo Bogdan (1994), a pesquisa com abordagem qualitativa estabelece que os conteúdos que serão trabalhados juntos com os estudantes não são insignificantes e que tudo tem potencial para formar um caminho que nos permita obter uma melhor compreensão do nosso objeto de pesquisa. Para que isso seja possível, será utilizado um teste inicial com o objetivo de buscar os conhecimentos prévios com relação aos temas da Física e a partir disto ter um ponto inicial para as aulas.

4.2 Caracterização da instituição

A presente pesquisa foi desenvolvida na Escola Cidadã Integral Técnica Estadual Monsenhor Moraes localizada na Rua Aprígio Pereira da Silva, S/N, na cidade de Bonito de Santa Fé-PB, CEP 58960-000, seu código do INEP é 25006223. A referida escola tem atualmente um corpo docente de 18 professores, sendo que a modalidade integral é composta apenas por 10 professores e o trio gestor na integral e 05 professores para EJA. A escola foi contemplada com este modelo no ano de 2020, através do decreto nº 40.109 de 09 de Março de 2020, onde ficou estabelecido que a partir do respectivo ano, ela passaria a funcionar como Escola Cidadã Integral. A partir do ano de 2021 a escola passou a ofertar também curso técnico para os alunos do 1º Ano do EM, com o curso de "manutenção e suporte à informática", o que justifica o caráter de cunho técnico.

Ao longo dos anos, a escola vem atendendo as demandas educacionais da zona urbana e rural do município de Bonito de Santa Fé/PB, além de municípios vizinhos. A economia da região é baseada na agricultura de subsistência e em microempreendedores, o que naturalmente nos leva a caracterizar o perfil socioeconômico dos estudantes se configurarem como classe média baixa. Contudo, o foco enquanto escola cidadã integral é formar cidadãos autônomos, conscientes do seu papel enquanto indivíduos solidários, competente e focado no seu projeto de vida com ênfase no protagonismo juvenil.

A equipe escolar conta com profissionais capacitados e comprometidos com o modelo de escola cidadã integral, buscando sempre melhorias e metodologias que ampliem o conhecimento e contribuam com o processo de ensino aprendizagem dos estudantes.

Atualmente, a escola é composta por 10 professores para o ensino integral, sendo 02 mestres, 02 mestrando, 03 especialistas, 02 graduados e 01 graduando. A escola conta também com algumas parcerias firmadas no ano de 2021, dentre elas com uma psicóloga parceira que oferece acompanhamento acadêmico/ psicológico aos alunos e a equipe escolar, com a Polícia Militar visto que alguns alunos sinalizaram em seu Projeto de Vida seguir a carreira militar.

A escola tem a seguinte distribuição de turmas: 1ª ano (A, B, e C) do EM, 2º ano (A, B e C) do EM, 3º ano (A, B e C) do EM, sendo todas essas turmas integrais. Além das turmas da EJA, sendo: 01 Ciclo V e 02 ciclos VI que funcionam no turno noite.

A Escola Cidadã Integral Técnica Estadual Monsenhor Morais tem como valores a cidadania, e sua principal missão é assegurar as condições necessárias e suficientes para oferta de uma educação de excelência, compreendendo a formação para a vida, a excelência acadêmica e o desenvolvimento das competências para o século XXI, de maneira a formar cidadãos protagonistas e empreendedores, capazes de enfrentar os desafios no contexto social atual com autonomia, competência e solidariedade, bem como o desenvolvimento de competências e habilidades profissionais, tornando assim o estudante protagonista.

4.3 Os sujeitos participantes da pesquisa

Os sujeitos dessa pesquisa foram 18 estudantes¹ do 3º Ano do EM no período diurno. A faixa de idade dos sujeitos participantes estava compreendida entre 17 e 19 anos. Todos os sujeitos participantes da pesquisa autorizaram a sua realização através do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido² (TALE) e tiveram suas identidades preservadas de modo que não seja possível a identificação dos mesmos e as informações fornecidas por eles foram usadas única e exclusivamente para a realização da pesquisa. Durante as intervenções realizadas em sala de aula a ementa do plano de ensino do professor regente das aulas foi plenamente respeitada.

¹ Os participantes serão denominados por: Aluno E1, E2, E3 [...] E18;

² Todos os participantes do estudo receberam um Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) – ANEXO A, no qual estão dispostos os aspectos de confidencialidade do estudo, bem como, dos riscos mínimos de sua participação na pesquisa. Contudo, o termo buscou esclarecer que, caso algum participante encontre qualquer questionamento que lhe promova um estado de desconforto, esse poderá se recusar a responder à pergunta ou questionamento estabelecido, a fim de minimizar seu estado de desconforto. Além disso, o termo em questão evidenciou que o estudo trará benefícios relacionados às concepções dos discentes do terceiro ano do ensino médio em uma Escola Cidadã Integral Técnica referente às grandezas de espaço, tempo e massa na visão clássica e relativística da Física;

4.4 O instrumento de coleta de dados

A coleta de dados foi realizada por meio de instrumentos de avaliação pré-teste e pós-teste³, ou seja, questionários aplicados aos alunos antes e após a aplicação da SD. Os questionários são compostos por questões diferentes, mas que fazem ligações entre si. O questionário inicial é composto por seis questões, sendo elas abertas e/ou fechadas, e o questionário final é composto por oito questões, tendo este apenas uma questão aberta. O questionário aplicado como pré-teste buscam mapear os conhecimentos prévios dos educandos, enquanto o questionário de pós-teste tem como finalidade investigarmos se houve indícios de aprendizagem significativa. As questões foram elaboradas de maneira a abordar conteúdos básicos dos conceitos de espaço, tempo e massa segundo uma perspectiva da FC e relativística.

Nesse sentido, é importante que os estudantes se interessem pelas aulas de Física, e para que isso aconteça é necessário que as aulas sejam agradáveis e os estudantes tenham um real domínio do que será apresentado durante as intervenções. Dentre as várias maneiras de se conduzir uma boa aula, existe também na educação básica um processo de aprendizagem denominado SD⁴, que é um processo importante cujo objetivo central é ensinar determinados conteúdos etapa por etapa (LIMA, 2018).

A importância da SD no processo de ensino e aprendizagem é amplamente reconhecida na literatura acadêmica. De acordo com Zabala e Arnau (2010), a SD é um recurso pedagógico que organiza as atividades de ensino e aprendizagem de forma articulada e sistemática, favorecendo a construção do conhecimento pelos alunos. Segundo os autores, a SD é composta por etapas que permitem a realização de uma série de atividades, tais como: levantamento de conhecimentos prévios, exploração do conteúdo, prática e aplicação.

Ainda segundo Zabala e Arnau (2010), a SD possibilita ao professor uma atuação mais efetiva em sala de aula, uma vez que permite a organização e estruturação dos conteúdos, a instrução da linguagem e das atividades aos diferentes níveis de aprendizagem e inclusão de diferentes recursos e estratégias pedagógicas.

Inicialmente foi aplicado o pré-teste, com o intuito de fornecer subsídios para o desenvolvimento da SD com aulas referentes aos assuntos sobre espaço, tempo e massa do ponto de vista relativístico, se contrapondo as definições dos mesmos conteúdos possivelmente já vistos pelos estudantes no 1º ano do EM. Para Lima (2018, p. 160), “A SD é

³ Os questionários de pré-teste e pós-teste podem ser consultados nos ANEXOS C e D, respectivamente;

⁴ Em ANEXO B é apresentada uma síntese da sequência didática aplicada, seu cronograma de aulas, atividades desenvolvidas, objetivos específicos e duração;

uma metodologia que aguça a investigação científica, valoriza a aprendizagem vivenciada pelos alunos nas diversas modalidades de estratégias didáticas apresentadas”. Procedendo com o desenvolvimento desta pesquisa, ao final das aulas foi aplicado o pós-teste que teve como objetivo detectar traços da Aprendizagem Significativa a respeito das temáticas apresentadas nas aulas. Segundo Lino e Fusinato (2011), a aplicação de testes iniciais e finais tem o intuito de investigar as mudanças conceituais nos subunçores.

4.5 Metodologia usada para análise dos dados

A metodologia escolhida para a análise dos dados dessa pesquisa é a técnica da análise de conteúdo, retratada por Laurence Bardin (1977), em seu trabalho “Análise de Conteúdo”, onde o autor define sendo:

Um conjunto de técnicas de análises de comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN,1977, p.42).

Colaborando com essa definição, Moraes (1999, p. 2) define a análise de conteúdo como “*uma metodologia de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos e textos*”. Como o trabalho trata-se de uma pesquisa qualitativa, e essas abordagens têm sido cada vez mais utilizada nas pesquisas em ensino de Física, a análise de conteúdo tornou-se uma importante ferramenta, principalmente por utilizar a indução e a intuição como estratégias para alcançar uma compreensão mais profunda do fenômeno em estudo, pois de acordo com Moraes:

A análise de conteúdo compreende procedimentos especiais para o processamento de dados científicos. É uma ferramenta, um guia prático para a ação, sempre renovada em função dos problemas cada vez mais diversificados que se propõe a investigar. Pode-se considerá-la como um único instrumento, mas marcado por uma grande variedade de formas e adaptável a um campo de aplicação muito vasto, qual seja a comunicação (MORAES, 1999, p.2).

Nesse sentido, elencamos a proposta da Análise de Conteúdo de Moraes (1999), com intuito de cumprir com nossos objetivos de pesquisa, o autor divide a análise em cinco partes:

1 - Preparação das informações: Uma vez de posse das informações a serem analisadas, é preciso em primeiro lugar submetê-las a um processo de preparação [...] 2 - Unitarização ou transformação do conteúdo em unidades: Uma vez devidamente preparados, os dados serão submetidos ao processo de “unitarização” [...] Uma vez identificadas e codificadas todas as unidades de análise, o analista de conteúdo estará pronto para envolver-se com a categorização [...] 3 - Categorização ou classificação das unidades em categorias: A categorização é um procedimento de agrupar dados considerando a parte comum existente entre eles. Classifica-se por semelhança ou analogia, segundo critérios previamente estabelecidos ou definidos no processo [...] 4 - Descrição: A quarta etapa do processo de análise de conteúdo é a descrição. Uma vez definidas as categorias e identificado o material constituinte de cada uma delas, é preciso comunicar o resultado deste trabalho. A descrição é o primeiro momento desta comunicação [...] 5 - Interpretação: Uma boa análise de conteúdo não deve limitar-se à descrição. É importante que procure ir além, atingir uma compreensão mais aprofundada do conteúdo das mensagens através da inferência e interpretação (MORAES, 1999, p. 4-9).

É importante destacar também que os resultados aqui encontrados não serão necessariamente semelhantes em outras pesquisas abrangendo as mesmas grandezas da FM. A análise de conteúdo, apesar de ser formada de procedimentos especiais para o processamento dos dados, para Moraes (1999) é uma interpretação pessoal por parte do pesquisador com relação à percepção que tem dos dados. Não sendo possível uma leitura neutra. Toda leitura se constitui numa interpretação. Logo, os resultados apresentados nas pesquisas devem ser analisados sob uma perspectiva que permita ampliar o conhecimento sobre as questões centrais do campo de estudo, não havendo pretensão de estender para todos os casos.

4.6 Procedimentos éticos

O Projeto de Pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG – Campus Cajazeiras e tem como benefícios para os participantes o reconhecimento das definições sobre as grandezas de espaço, tempo e massa na visão que a Física traz consigo ao longo da sua evolução histórica. Os riscos envolvidos com a participação dos estudantes são mínimos, e podem ser expressos na forma de desconforto; possibilidade de constrangimento ao responder o instrumento de coleta de dados; medo de não saber responder ou de ser identificado ou estresse. Caso encontrassem qualquer questionamento que gerassem algum desses desconfortos, eles poderiam se recusar a participar do estudo a qualquer momento. Por fim, é interessante esclarecer também que os pesquisadores assumiram o compromisso de sigilo de todas as informações obtidas e o nome

dos participantes não foram identificados em nenhum momento. Os dados serão guardados em local seguro e a divulgação dos resultados será feita de maneira que não permita a identificação de nenhum voluntário. O referido trabalho recebeu aprovação para execução pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Centro de Formação de Professores da Universidade Federal de Campina Grande, processo 63990522.9.0000.5575⁵.

⁵ O parecer consubstanciado é apresentado no ANEXO E;

5 RESULTADOS E ANÁLISES

Os questionários utilizados na pesquisa encontram-se nos anexos C e D, compostos por questionamentos diferentes, porém contendo questões didáticas interligadas, sendo o questionário inicial contendo um total de 06 perguntas, enquanto o questionário final apresenta um total de 08 perguntas. Os questionários apresentam questões abertas e fechadas e, dessa forma, serão analisados de forma qualitativa, os quais tinham como objetivos: questionário inicial - Avaliar os conhecimentos prévios dos educandos acerca dos conteúdos a serem abordados na sequência didática; questionário final - Investigar se houve algum indício de aprendizagem significativa após a aplicação da sequência didática. Tendo uma participação nos testes de 18 estudantes.

As respostas pertinentes a cada questão serão dispostas em categorias por meio da técnica de análise de conteúdo para que possamos acompanhar cada passo referente ao procedimento da análise e apuração do conjunto de dados.

5.1 Análise das respostas do questionário inicial

- **Pergunta 01 – Questionário Inicial**

01 – Você considera a Física uma disciplina importante? Por quê?

Objetivo da pergunta: investigar as concepções dos educandos a respeito da Física.

Categoria das respostas	Subcategoria das respostas	Frequência das respostas	Total de respostas
Sim	Respondeu sim e explicou usando argumentos físicos.	13	18
	Respondeu sim, mas não explicou sua resposta.	05	
Não	Respondeu não e explicou usando argumentos físicos.	00	00
	Respondeu não e não explicou sua resposta.	00	

Tabela 1 - categorização das respostas dos 18 estudantes que responderam à questão 01 do questionário inicial.

Analisando as respostas dadas pelos estudantes a essa pergunta destacamos que nenhum aluno respondeu “não” para a questão. Isso significa dizer que todos os dezoito (18) estudantes consideram a Física como uma disciplina importante. Notamos também que cinco (05) alunos responderam à questão considerando a Física uma disciplina importante, porém, sem construir uma justificativa, ou porque não sabiam, ou não quiseram opinar. Podemos perceber na tabela que um grande número de alunos, Treze (13) ao todo, apresenta argumentos válidos para defender a importância da Física. Alguns alunos apresentaram concepções interessantes a respeito do assunto, tal como os alunos E1, E3, E08, E19 e E10:

Aluno E1: “Sim, porque acho a física interessante”.

Aluno E3: “Sim, pois nos ajuda a entender vários fenômenos e várias coisas que acontecem em nosso planeta”.

Aluno E08: “Sim, porque trata das diversas formas que tudo se comporta”.

Aluno E09: “Sim, pois, é uma matéria que estuda os fenômenos naturais, espaciais, etc.”

Aluno E10: “Sim, porque a física ajuda a entender o que se passa no nosso cotidiano”.

Outros alunos construíram as respostas baseadas apenas na importância da disciplina na escola em suas concepções, como é o caso do Aluno E17: “Sim, pois é uma matéria importante para estudarmos”.

• Pergunta 02 – Questionário Inicial

02 – Relacionado aos conteúdos que você já estudou, qual despertou em você maior interesse? Por qual motivo?

Objetivo da pergunta: Avaliar as concepções dos educandos a respeito de quais assuntos da Física eles têm conhecimento.

Categoria das respostas	Subcategoria das respostas	Justificativas similares	Frequência das respostas	Total de respostas
Assuntos da Física Clássica	Campo elétrico.	Assuntos presentes no nosso cotidiano.	09	14
	Corrente Elétrica.	Por que foi um estudo e projeto que revolucionou a sociedade.	01	

	Dilatação de corpos.	Sem justificativa.	01	
	Eletrodinâmica.	Sem justificativa.	01	
	Gravidade.	Sem justificativa.	01	
	Leis de Newton.	Sem justificativa.	01	
Assuntos da Física Moderna	Dilatação do tempo.	Sem justificativa.	01	03
	Radioatividade	Por que é importante conhecer algo que traz riscos a sociedade.	01	
	Teoria do Big Bang.	Surgimento da vida humana.	01	
Resposta sem vínculo	-	Todos conteúdos	01	01

Tabela 2 - categorização das respostas dos 18 estudantes que responderam à questão 02 do questionário inicial com justificativas.

Ao analisarmos a Tabela 2, observamos que um grande número de alunos tem maior interesse por assuntos ligados a Física Clássica, dos quais podemos destacar os assuntos relacionados à Eletricidade. Isso pode acontecer, principalmente, pelo fato de muitos não conhecerem os assuntos de Física Moderna. Alguns alunos, um total de três (03) alunos apresentam interesses em assuntos de Física Moderna, indício de que em algum momento de sua vida já ouviram falar a respeito dos temas. É importante destacar também que apenas um aluno tem interesse em um conteúdo relacionado ao trabalho que seria desenvolvido a partir desse primeiro momento, esse relacionado à dilatação do tempo, mesmo este não conseguindo justificar o motivo do seu interesse.

- **Pergunta 03 – Questionário Inicial**

03 – Dos conceitos físicos que você já estudou, teria como citar algum(s) que você acha que já utilizou em algum momento da sua vida. Descreva sucintamente o(s) acontecido(s).

Objetivo da pergunta: Avaliar as concepções dos educandos a respeito de quais assuntos da Física eles têm conhecimento.

Categoria das respostas	Subcategoria das respostas	Acontecimentos similares	Frequência das respostas	Total de respostas
	Campo Elétrico	Em uma prova na escola.	03	10

Física Clássica	Atração e repulsão	-	01	
	Dilatação dos corpos	Em uma prova na escola	02	
	Ótica	Em uma prova na escola.	02	
	Gravidade	-	01	
	Tempo	No dia a dia estamos sempre em contato com relógios.	01	
Física Moderna	-	-	-	-
Resposta sem vínculo ou não respondeu	-	Não utilizou em nenhum momento ou não tem lembrança	08	08

Tabela 3 - categorização das respostas dos 18 estudantes que responderam à questão 03 do questionário inicial com justificativas.

Ao avaliarmos quais conceitos físicos os estudantes já utilizaram em suas vidas percebemos pela análise, que um número elevado, oito (08) dos dezoito (18) alunos que responderam ao questionário, não possuía lembranças de ter utilizado algum conceito que fizesse ligação com a Física. Outros estudantes, a exemplo do E3, E13 e E16, responderam apenas com um “Não” ou com “Não lembro”. Um elevado número de estudantes utilizou os conceitos físicos apenas na escola, para responderem as avaliações ou atividades na disciplina, isso demonstra que grande parte dos estudantes não conseguem associar o que é apresentado em sala de aula com seu cotidiano.

• Pergunta 04 – Questionário Inicial

04 – Durante seus estudos até o presente momento, (responda sim ou não) se você conhece os seguintes temas: Astronomia, Big Bang, Buracos Negros, Espaço, Física Nuclear, Física Quântica, Massa, Radioatividade, Relatividade Especial, Relatividade Geral e Tempo.

Objetivo da pergunta: avaliar o grau de conhecimento de temas relacionados à Física Clássica e Física Moderna dos educandos.

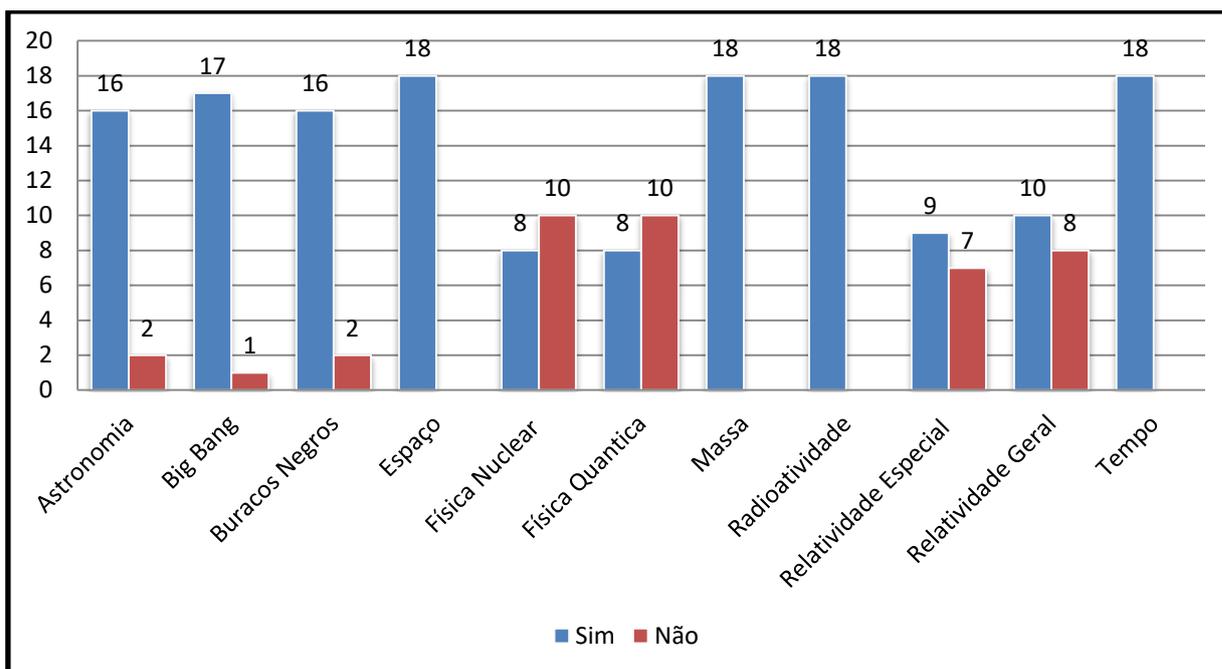


Gráfico 1 - respostas “Sim” ou “Não” à questão 04

Como pode ser visto o gráfico acima mostra que todos os dezoito (18) estudantes conheciam as grandezas de espaço, tempo e massa, indicando assim que possivelmente, já foram vistas pelos estudantes no 1º ano do ensino médio no escopo da Física Clássica ou em algum outro momento de suas vidas. A presença destes subsunçores nas concepções dos estudantes é algo muito importante que deve ser considerado, pois, segundo Moreira e Ostermann (1999), a aprendizagem significativa ocorre quando novas informações são ancoradas em conceitos pré-existentes (chamados de subsunçores) na estrutura cognitiva dos supracitados estudantes. Podemos destacar também um número considerável de estudantes que não conhece assuntos relacionados à Física Moderna, a exemplo da Física Nuclear, Física Quântica, Relatividade Especial e Relatividade Geral, mostrando assim que muitos até o momento não tiveram contato com essa área da Física.

- **Pergunta 05 – Questionário Inicial**

05 – Estabeleça brevemente sua compreensão pessoal a respeito dos conteúdos: Espaço, Massa e Tempo. Você consegue perceber alguma ligação entre eles?

Objetivo da pergunta: avaliar as concepções prévias dos educandos a respeito das grandezas: espaço, tempo e massa.

Categoria das respostas	Subcategoria das respostas	Justificativas expressadas pelos estudantes	Frequência das respostas	Total
Respostas que remetem ao conceito mais próximo da Física Clássica	Conhecimentos prévios sobre espaço, tempo e massa	“O comprimento é a distância entre lugares, o tempo é o relógio que utilizamos e a massa é uma grandeza dos objetos, não sei as ligações entre eles”	01	02
		“Tem ligação pelo fato de que precisamos saber a distância entre dois pontos no espaço, para conseguirmos calcular o tempo para chegar”.	01	
Respostas que remetem a conceitos da Física Clássica e da Física Moderna	Conhecimentos prévios sobre espaço, tempo e massa	“Massa resume-se a tudo aquilo que possui matéria, espaço é o meio em que a massa ocupa seu lugar, tempo de um modo básico trata-se da passagem dos segundos, formando uma unidade de medida, o tempo é relativo, o tempo pode ser distorcido pela luz, que quanto mais próximo da velocidade da luz (300.000 km/s) mais lento a passagem do tempo vai se tornar”.	01	01
Respostas que estão distantes das áreas da Física	Não sei explicar ou sem resposta	-	15	15

Tabela 4 - categorização das respostas dos 18 estudantes que responderam à questão 05 do questionário inicial com justificativas.

A análise dos conhecimentos prévios a respeito das grandezas: espaço, tempo e massa, presentes na tabela acima, mostra que, apesar de todos conhecerem as referidas grandezas, segundo o Gráfico 1, um número elevado de estudantes (15 dos 18), ainda não conseguiram explicar as definições e tampouco perceber a ligação entre elas. Isso significa que a grande maioria de tais estudantes apesar de já terem visto essas grandezas em algum momento da sua vida acadêmica, não conseguiram atribuir significado físico a elas. Segundo Moreira e Ostermann (1999), ocorrências dessa natureza podem indicar características de uma aprendizagem puramente mecânica, a saber, a simples memorização de fórmulas, leis e

conceitos.

Continuando a análises das respostas, observa-se que dois (02) estudantes definiram as grandezas com explicações que remetem as definições próximas às existentes na Física Clássica, essas foram transcritas na tabela da mesma forma que os estudantes E12 e E17 responderam respectivamente, e apenas um apresentou algum conhecimento sobre as grandezas com definições que remetem tanto a conceitos da Física Clássica como da Física Moderna, essa transcrita de forma igual, tal qual o aluno E14 respondeu.

- **Pergunta 06 – Questionário Inicial**

06 – A questão seis questionava os estudantes a respeito do ensino de Física em sala de aula. As perguntas e respostas são definidas na tabela a seguir.

Objetivo da questão: avaliar o ensino de Física a partir das concepções dos estudantes.

Categoria das perguntas	Subcategoria das respostas	Frequência das respostas	Total de respostas
Aulas de Física chatas, sem experimentos e sem interação professor-aluno.	Verdadeiro	05	18
	Falso	13	
Utilização apenas do livro didático de Física sem outros materiais.	Verdadeiro	02	18
	Falso	16	
A Física não tem significado (não consegue relacionar com o cotidiano).	Verdadeiro	02	18
	Falso	16	
Consigo diferenciar a Física Clássica da Física Moderna.	Verdadeiro	06	18
	Falso	12	

Tabela 5 - categorização das perguntas e respostas dos 18 estudantes que responderam o item 06 do questionário inicial sobre “verdadeiro” ou “falso”.

Acerca do ensino de Física na turma, notamos de acordo com a Tabela 5, que uma grande parte dos estudantes considera que a Física tem significado em suas vidas, reforçando a análise da pergunta 01. Os estudantes também demonstram gostar das aulas e ter boa interação com o professor, e que as aulas não são tradicionais, isto é, aquelas que utilizam apenas livro didático e metodologias que incentivam a memorização de fórmulas, leis e conceitos. É importante destacar também a presença de um elevado número de estudantes que não conseguem diferenciar a Física Clássica da Física Moderna, reforçando ainda mais a

importância da apresentação de conteúdos relacionados a este ramo da física aos estudantes do ensino médio. Segundo Kikuchi *et al.* (2013), a presença de tais conteúdos para essa fase do aprendizado é de fundamental importância para fins de proporcionar um novo modo de refletir sobre a realidade mais profunda da natureza.

5.2 Análise das respostas do questionário final

• Pergunta 01 – Questionário Final

01 – Os tópicos de Relatividade apresentados em sala de aula geraram meu interesse em procurar novas informações a respeito da Física.

() concordo () nem concordo nem discordo () discordo

Objetivo da pergunta: investigar se os assuntos de Relatividade despertaram interesse nos estudantes.

Gráfico 5.2.1 apresenta a frequência de opiniões que foram dadas à Questão 01 do questionário final.

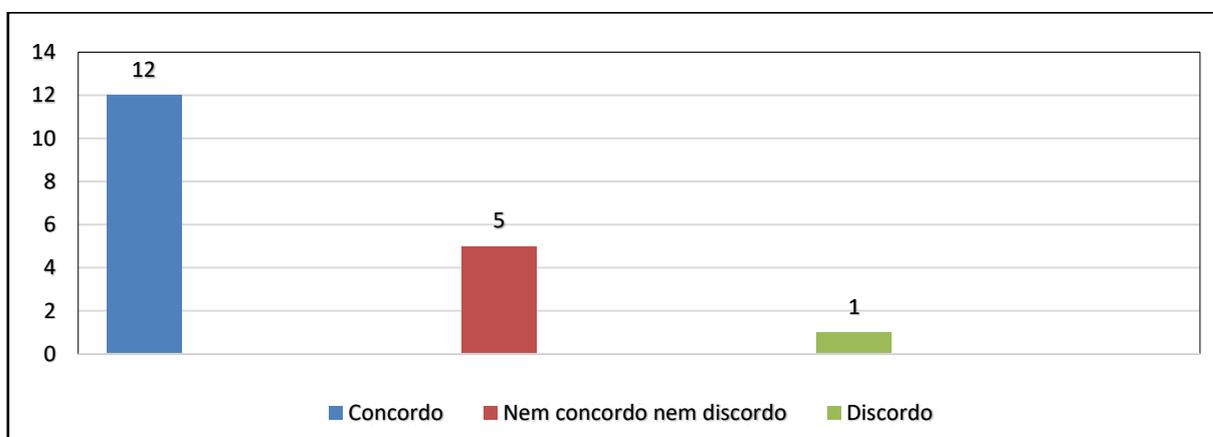


Gráfico 2 - opiniões dos estudantes referentes à questão 01 do questionário final.

À exceção de um único aluno, o questionamento teve a concordância da maioria dos estudantes, mostrando assim que os assuntos de Física Moderna ministrados foram interessantes e geraram interesse significativo. A resposta classificada como “nem concordo e nem discordo” teve adesão de um grupo razoável de estudantes, o que nos parece indicar dúvida em relação à afirmação tendo em vista a suposta complexidade dos assuntos tratados e por ser algo novo. De acordo com Karam (2015), se tais conceitos não forem ministrados seguindo uma perspectiva metodológica adequada para essa fase do aprendizado, é possível

que apareçam barreiras intransponíveis para uma compreensão futura.

- **Pergunta 02 – Questionário Final**

02 – Após a apresentação do conteúdo passei a dar mais importância aos assuntos tratados pela Física.

() concordo () nem concordo nem discordo () discordo

Objetivo da pergunta: avaliar o grau de receptividade de assuntos de Física Moderna pelos estudantes, se esses assuntos conseguiram lhes despertar interesse e proporcionaram uma experiência agradável, ou não.

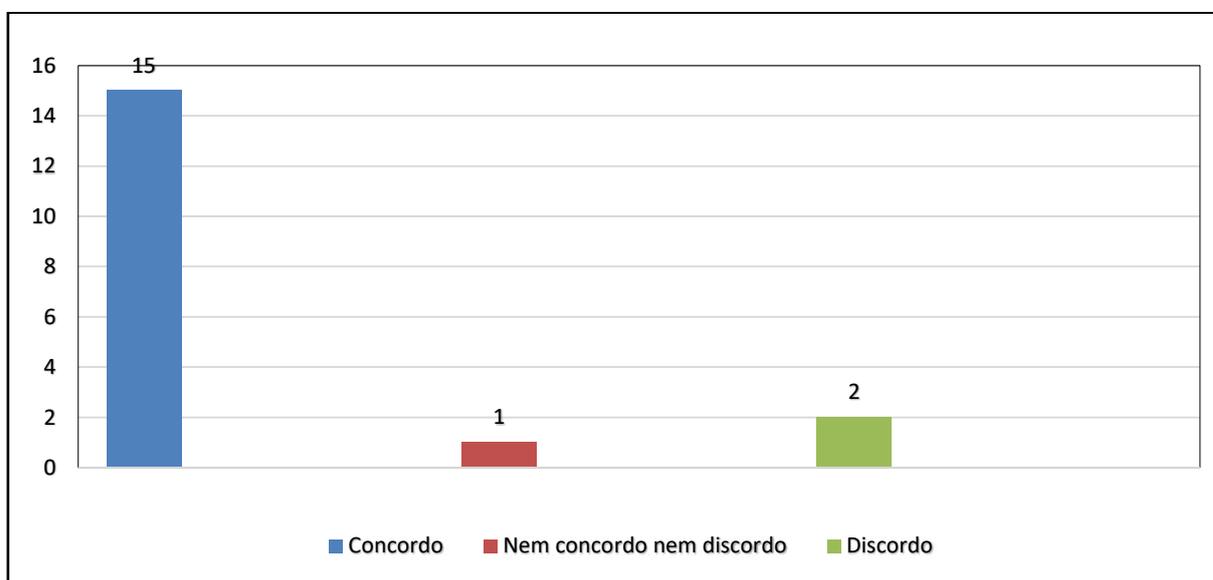


Gráfico 3 - opiniões dos estudantes referente a questão 02 do questionário final.

Analisando o gráfico acima concluímos que a grande maioria concordou que de alguma forma que a metodologia utilizada estimulou a buscar novos conhecimentos, o que nos mostra que a metodologia da sequência didática relacionando a ruptura da Física Clássica para a Física Moderna foi bem aceita pela turma. Dos dezoito (18) estudantes que responderam a presente questão, apenas três (02) deles responderam que discordavam da afirmativa, enquanto apenas (01) nem concordou nem tampouco discordou. Neste ponto, é interessante também observar que frequentemente encontram-se situações nas quais os estudantes estão habituados com o modelo tradicional de aprender que acaba não participando de forma mais efetiva nas discussões ou até mesmo se negando a responder os questionamentos ao longo da aula e, dessa forma, não se dedicando da forma devida aos conteúdos apresentados. Em relação ao tempo de permanência com os estudantes durante o

desenvolvimento deste trabalho, foi observado também que o tempo necessário para que haja uma quebra dessa barreira do ensino tradicional é maior para alguns do que para outros.

• **Pergunta 03 – Questionário Final**

03 – O trabalho desenvolvido nas aulas potencializou meu interesse dos conteúdos abordados pela Física que eu já considerava importante.

() concordo () nem concordo nem discordo () discordo

Objetivo da pergunta: avaliar o grau de receptividade de assuntos de Física Moderna pelos alunos e se esses assuntos conseguiram lhes despertar interesse e proporcionaram uma experiência agradável ou não. Avaliar a metodologia apresentada, relacionado com o interesse dos alunos nos conteúdos de Física.

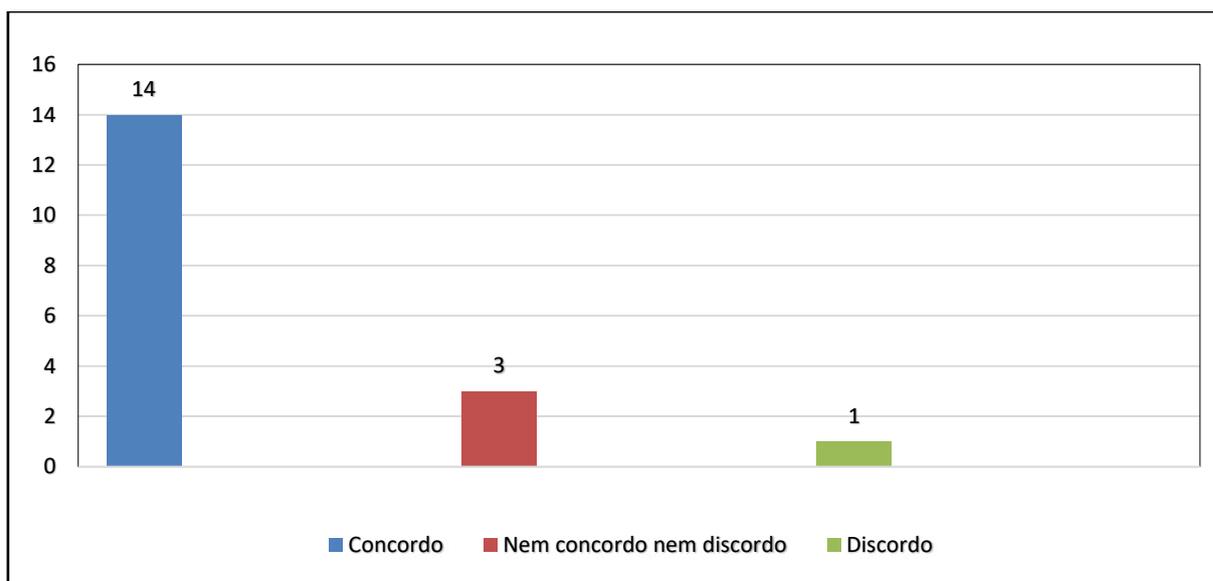


Gráfico 4 - opiniões dos estudantes referente a questão 03 do questionário final.

Na Tabela acima identificou os temas da física para os quais os estudantes demonstraram mais interesse, apesar da maioria das suas concepções estarem relacionadas aos assuntos da Física Clássica. A apresentação do espaço, tempo e massa nas duas visões da Física potencializou o interesse pelos conteúdos que já eram considerados importantes, uma análise que fica clara com a resposta dos quatorzes (14) estudantes que concordaram com a afirmativa do questionário final no Gráfico 4. Isso mostra a importância de se considerar conteúdos de Física Moderna durante essa fase do aprendizado e reforça a ideia proposta por

Neto et al. (2019) quando recomenda a inclusão de conteúdos desse ramo da física, desde que sejam pertinentes e que tenham ligação com a da Física Clássica, deixando o professor decidir qual é a melhor abordagem.

- **Pergunta 04 – Questionário Final**

04 – Mesmo após as aulas de Física Moderna, não consigo identificar a aplicação dos conteúdos de Física no meu dia a dia.

() concordo () nem concordo nem discordo () discordo

Objetivo da pergunta: avaliar se as aulas de Física Moderna ajudaram de forma significativa para alguma mudança no sentido de uma ampliação da visão dos estudantes com relação à Física.

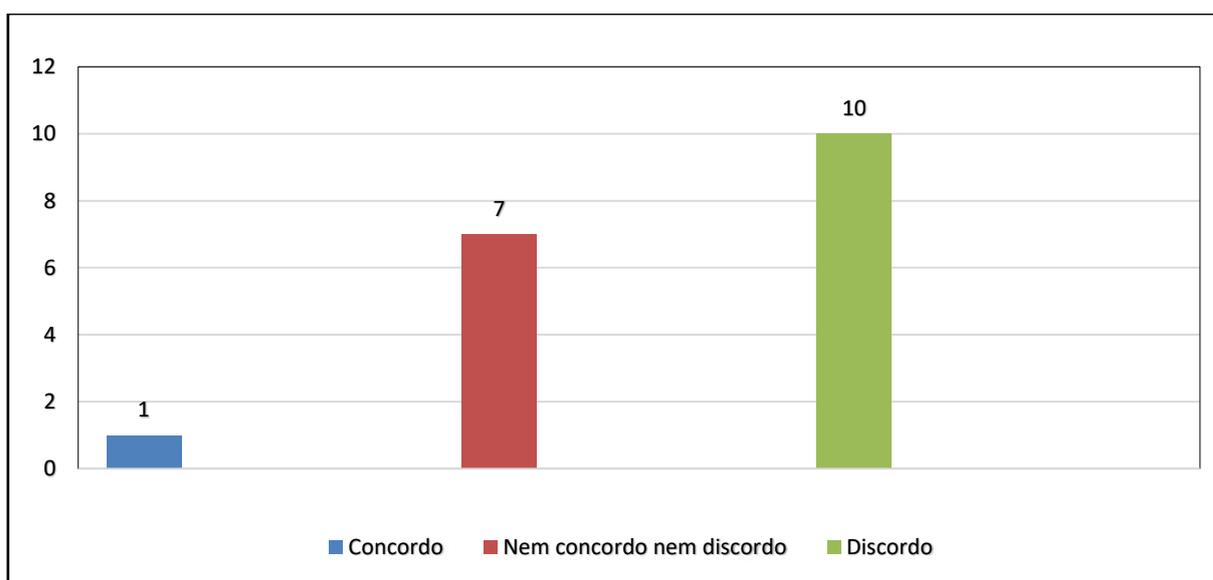


Gráfico 5 - opiniões dos estudantes referente a questão 04 do questionário final.

Do total de respostas, dez (10) estudantes discordaram da afirmativa, e neste caso conseguem identificar a aplicação no seu cotidiano. Isso pode ser perfeitamente possível devido ao fato de todo o conteúdo ser apresentando sempre relacionando os fenômenos a aplicações do cotidiano e a fenômenos astronômicos com o intuito de tornar a aprendizagem mais significativa, desde experiências que não eram possíveis serem respondidos à luz da Física Clássica até o surgimento da Física Moderna. Os demais estudantes, sete (07) deles nem concordava nem tampouco discordava, assim como aquele que concordou com a afirmativa, mostra que eles não conseguem perceber, ainda de forma clara, a relevância e a estrutura conceitual dos temas de Física Moderna abordados em sala, apesar destes estarem

muito presente no cotidiano deles, principalmente através de notícias na mídia, o tempo de apresentação desses conteúdos não foi suficiente para essa percepção.

• **Pergunta 05 – Questionário Final**

05 – Avalio que os assuntos trabalhados em sala de aula foram muito difíceis.

() concordo () nem concordo nem discordo () discordo

Objetivo da pergunta: avaliar a dificuldade da metodologia apresentada a respeito dos conteúdos da Física Moderna.

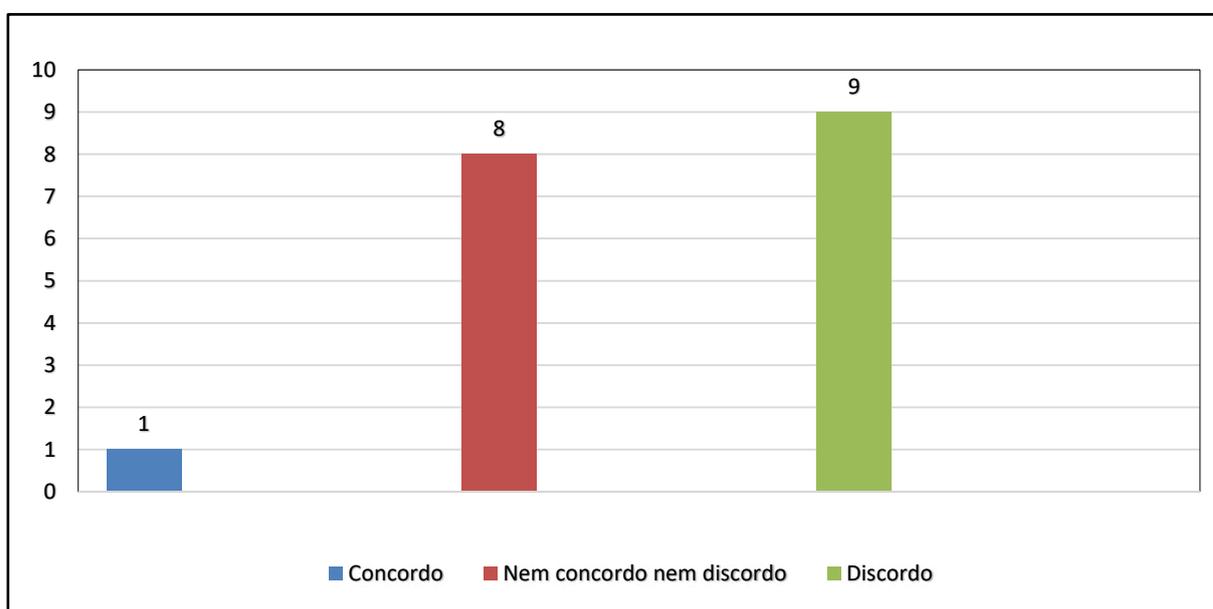


Gráfico 6 - opiniões dos estudantes referentes à questão 05 do questionário final.

Analisando o gráfico é possível identificar uma média de respostas dos estudantes entre considerar os conteúdos de Física Moderna difícil ou não e os que não consideram tais conteúdos nem difíceis e nem fáceis. Apesar de apenas um estudante considerar os conteúdos difíceis durante as intervenções em sala de aula sobre os conteúdos, ficou muito clara a ideia de Borges (2005), onde o autor enfatiza que os alunos não têm dificuldades em aprender os conteúdos da Relatividade Restrita proposta por Einstein, porém muitos sentem dificuldades em aceita-las (podemos perceber no elevado número de estudantes, oito no total, que ficaram em dúvida sobre a dificuldade dos conteúdos apresentados), visto que são ideias que parecem muito estranhas, e a maioria dos alunos não tem experiências com a medição de grandezas assumindo altos valores, como é o caso da velocidade da luz, contradizendo assim o senso comum. Ainda assim, julgamos que esse tipo de situação é perfeitamente normal tendo em

vista que tais temas são dificilmente trabalhados nas escolas públicas de ensino médio e até mesmo, quando os são, serem considerados conceitualmente difíceis e abstratos.

• **Pergunta 06 – Questionário Final**

06 – Considero ser importante apresentar temas atuais do mundo nas aulas de Física.

() concordo () nem concordo nem discordo () discordo

Objetivo da pergunta: avaliar a aceitação dos estudantes em assuntos modernos da Física.

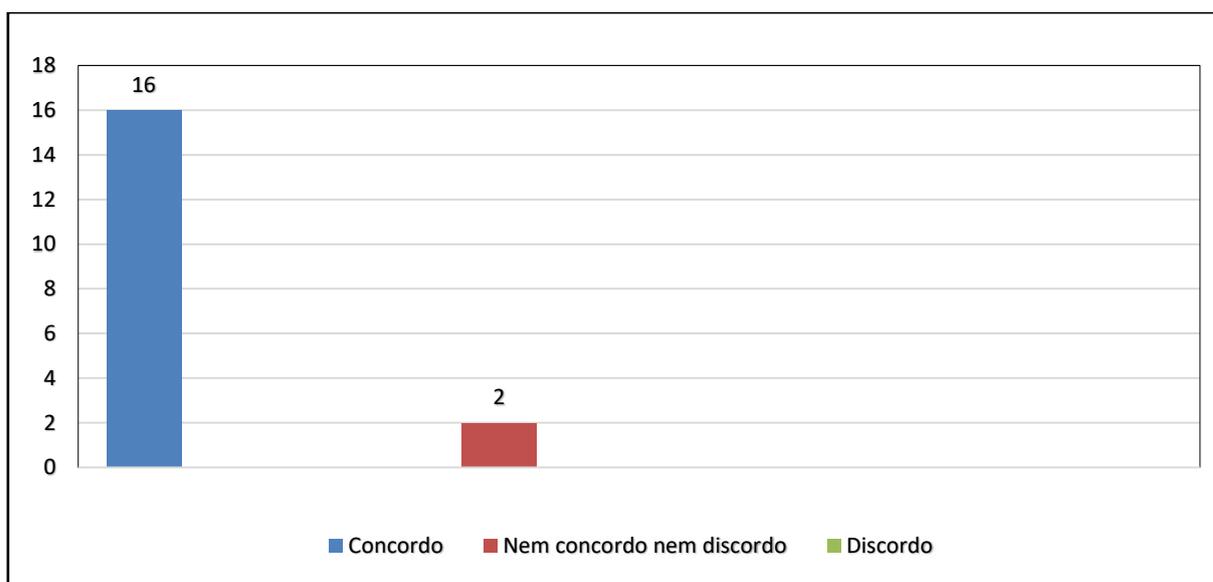


Gráfico 7 - opiniões dos estudantes referentes à questão 06 do questionário final.

A metodologia utilizada para desenvolver as temáticas referentes à Física Moderna durante o desenvolvimento deste trabalho foi, visivelmente, bem aceita por parte dos estudantes, uma conclusão que tiramos considerando a participação deles nas aulas, onde os mesmos demonstraram um maior interesse em descobrir como funcionavam determinados fenômenos, assim como também é perceptível nas respostas do gráfico 7, em que a grande maioria dos estudantes concordou com importância de temas atuais na disciplina de Física.

Um dos principais fatores apontados por Gil et al. (1987, apud OSTERMANN, 2000, p.25) sobre a importância da inserção de conteúdos atuais da Física Moderna deve-se ao fato de que para alunos do Ensino Médio esses tópicos ajudam em uma compreensão mais precisa da ciência e do trabalho da própria ciência, dando assim uma visão mais ampla e complexa do que a visão cumulativa e absoluta da Física Clássica. Terrazzan (1994) também defende a inserção dos conteúdos de Física Moderna na compreensão do mundo criado pelo homem moderno, a inserção consciente, participativa e modificada dos cidadãos nesse mesmo mundo,

por si só define a necessidade debater as formas de abordagem de tais conteúdos no ensino médio.

- **Pergunta 07 – Questionário Final**

07 – Sei diferenciar sobre o que trata a Física Clássica da Física Moderna.

() concordo () nem concordo nem discordo () discordo

Objetivo da pergunta: investigar se os estudantes conseguem diferenciar a Física Clássica da Física Moderna.

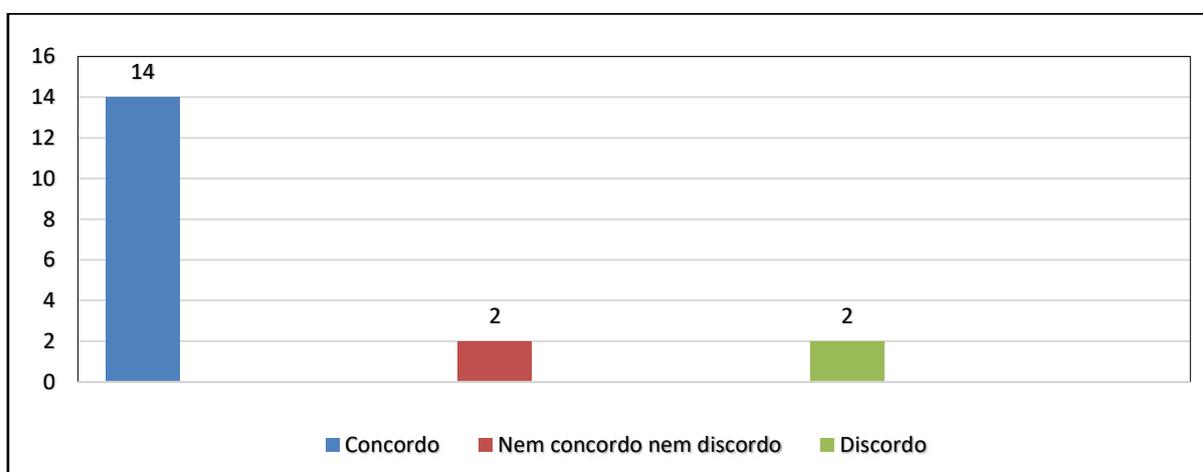


Gráfico 8 - opiniões dos estudantes referente a questão 07 do questionário final.

Fazendo uma breve comparação com o item IV da pergunta 06 do questionário inicial presente na Tabela 5, podemos perceber um aumento significativo na quantidade de alunos que conseguem diferenciar as áreas da Física, Clássica da Moderna, inicialmente apenas 06 estudantes responderam que conseguiam diferenciar, após a apresentação dos conteúdos da Relatividade Restrita, com ênfase nas grandezas de espaço, tempo e massa, Quatorze (14) estudantes conhecem e conseguem perceber a diferença entre as áreas, isso demonstra que até o momento das intervenções das aulas, muitos estudantes ali presentes não conheciam e não tiveram contato algum relacionado à Física Moderna, e após as intervenções passaram a perceber como as grandezas são tratadas pelas áreas da Física. Dentre todos os argumentos importantes para a apresentação de conteúdos de Física Moderna Terrazzan (1994) reforça a inclusão da Física Moderna nos currículos escolares, pois os conteúdos correspondem a uma necessidade indispensável no ensino médio enquanto área do conhecimento científico.

- **Pergunta 08 – Questionário Final**

08 – Estabeleça brevemente sua compreensão pessoal a respeito dos conteúdos: Espaço, Massa e Tempo do ponto de vista as áreas da Física.

Objetivo da pergunta: avaliar a mudança de concepções de forma significativa dos educandos a respeito das grandezas: espaço, tempo e massa.

Categoria das respostas	Subcategoria das respostas	Justificativas	Frequência das respostas	Total
Respostas com visão da Física Clássica e/ou da Física Moderna	Definições sobre espaço, tempo e massa	Apresentaram definições a respeito das grandezas (exemplos foram expostos na próxima página).	16	16
Respostas com visões distantes das áreas da Física	-	Sem resposta ou apresentam alguma justificativa distante das visões da Física.	02	02

Tabela 6 - categorização das respostas dos 18 estudantes que responderam à questão 08 do questionário inicial com justificativas.

Observando a Tabela 6, percebemos dezesseis (16) estudantes conseguiram definir as grandezas de espaço, tempo e massa, comparando com a Tabela 4 que caracterizava a mesma pergunta, é notável a diferença de estudantes que após as intervenções em sala de aula conseguem falar a respeito das grandezas.

Observando a Tabela 4, notamos que os estudantes, em grande maioria, não conseguiram definir as grandezas de espaço, tempo e massa. Notamos que apenas dois estudantes deram definições semelhantes e essas se aproximavam de definições clássicas da Física, demonstrando que em algum momento de sua vida acadêmica essas grandezas foram estudadas. Igualmente, mostra também que a maioria dos alunos não possuem conhecimentos prévios relacionado às grandezas em sua estrutura cognitiva, motivo esse que gerou uma maior dificuldade para indícios da Aprendizagem Significativa ao final da pesquisa. Apenas um estudante define as grandezas com justificativas próximas as áreas da Física Clássica e da Física Moderna, como mostrado na tabela do questionário inicial, este por sua vez, demonstra domínio nas grandezas relacionado às duas áreas da Física.

Neste ponto, será feita a análise da pergunta oito (08) do questionário final que está exposto na Tabela 6, observamos o expressivo número de estudantes que, após as intervenções pedagógicas em sala de aula a respeito das grandezas de espaço, tempo e massa, conseguem articular alguma definição a respeito das grandezas estudadas quando questionados no teste final. Como exemplo, selecionamos alguns alunos que não responderam a pergunta Cinco (5) do questionário inicial, e estes agora apresentam concepções interessantes a respeito do assunto com a mesma pergunta no questionário final:

Aluno E01:

ESPAÇO: Digamos, por exemplo, que um carro executa uma trajetória de 10 km. O ponto inicial é o marco zero. Então o espaço do carro começa em zero.

TEMPO: Grandeza que mede a sequência de todas as coisas.

MASSA: Grandeza que mede a quantidade de energia de um corpo.

Figura 1 - resposta do aluno E01 a questão 08 do questionário final a respeito das grandezas de espaço, tempo e massa.

Aluno E05:

Ponto de vista clássico:

Espaço e tempo são absolutos, tem sua existência própria.

Massa: quantidade de matéria que tem um corpo.

Ponto de vista relativístico:

Espaço: contrai } São grandezas físicas inter-relacionadas.
 Tempo: Dilata }

Massa: É a matéria de um corpo que aumenta com a velocidade.

Figura 2 - resposta do aluno E05 a questão 08 do questionário final a respeito das grandezas de espaço, tempo e massa.

Aluno E08:

De acordo com as evidências feitas no
 físico clássico o tempo e o espaço são absolutos, porém
 como foi provado por Isaac Newton não, em algum.

Figura 3 - resposta do aluno E08 a questão 08 do questionário final a respeito das grandezas de espaço, tempo e massa.

Aluno E10:

estive na física muito e por isso não sei como fazer o tempo
 espaço e massa, fiz a física me fez ver outras coisas que eu
 não sabia, fiz a física e a matemática todas as descobertas
 e descobertas de suas regras não são descobertas as outras coisas
 a física, fiz a física muito e não sei como fazer o tempo
 espaço.

Figura 4 - resposta do aluno E10 a questão 08 do questionário final a respeito das grandezas de espaço, tempo e massa.

Aluno E13:

~~Eu compreendi que o tempo é uma unidade~~
~~de medida.~~ Eu compreendi que o tempo é uma com-
 unidade uma unidade linear, independente da esp-
 aço. e que a massa pode ser entendida como
 uma quantidade de matéria ou ainda como a
 quantidade de matéria que compõe um corpo.

Figura 5 - resposta do aluno E13 a questão 08 do questionário final a respeito das grandezas de espaço, tempo e massa.

Aluno E18:

O espaço e o tempo, podem ser tidos como valores-
 lutos quanto ao conceito newtoniano, enquanto que
 a teoria da relatividade os definem de seguinte
 maneira: Espaço (Lorentzi), tempo (dilata), luz,
 e percepções que pode haver, conceitos distintos pa-
 ra as mesmas grandezas postas em questão. A
 ocorrência de tal fenômeno se deve a presença
 de velocidades iguais ou que não têm uma velo-
 cidade da luz.

Quanto a massa, é uma propriedade físi-
 ca da matéria, em outros palavras, a quanti-
 dade de matéria que compõe um corpo, o
 que a deixa muitas vezes a ser definida como
 "peso"; porém, essa definição não é apropriada
 dentro dos conceitos físicos quando se trata do
 de massa como grandeza.

Figura 6 - resposta do aluno E18 a questão 08 do questionário final a respeito das grandezas de espaço, tempo e massa.

Pelo exposto em algumas respostas dos estudantes, julgamos que ocorreu um desenvolvimento nas definições das grandezas, pois os estudantes que antes não conseguiram dar definições, apesar de conhecê-las, demonstram agora no questionário final, compreendê-las em alguma área da Física, observando as respostas dos estudantes, podemos perceber alguns pontos importantes, a exemplo dos alunos E05 e E18 que demonstraram em suas respostas bom entendimento nas duas áreas da Física, e de forma clara explicaram as grandezas, já o aluno E10 em sua resposta enfatiza que gostaria de estudar mais a velocidade da luz e o tempo, demonstrando assim interesse nos conteúdos apresentados nas intervenções, em especial os da Física Moderna. De forma geral, dezesseis (16) estudantes deram suas concepções a respeito das grandezas como a exemplo das respostas mostradas acima, dois (02) estudantes deixaram a questão sem resposta.

É fato que a participação ativa dos estudantes nas aulas e nas atividades foi fundamental para o sucesso do processo no que se refere ao ensino/aprendizagem. O avanço fica claro quando observamos a diferença entre o teste inicial e final, onde no segundo momento os alunos buscaram mostrar (mesmo que de uma forma imprecisa) as suas concepções relacionadas às grandezas questionadas na pergunta, demonstrando assim um maior envolvimento com o conteúdo, entretanto não podemos concluir que houve a aprendizagem significativa a respeito das grandezas, uma vez que os estudantes em grande

parte enfatizaram seus conhecimentos no questionário final de forma incerta, onde estes definiam as grandezas, mas não separava as áreas estudadas, não conseguindo assim perceber a diferença e as ligações que as grandezas possuem. Isso significa dizer que estratégias pedagógicas diferenciadas que incluem abordagens de conteúdos inéditos, podem contribuir para a melhoria do desempenho dos alunos, mas essas abordagens necessitam de um tempo maior em sala de aula para ser possível perceber o avanço na aprendizagem.

Dessa forma, utilizar conceitos da Física Clássica como base para o estudo da Física Moderna tem um grande potencial em sala de aula, uma vez que enfatiza a importância dos conteúdos previamente estudados pelos alunos e, a partir disso, introduz um novo conhecimento em suas vidas. Essa abordagem pode aumentar significativamente a participação e o interesse dos alunos pela Física. Essas observações reforçam o que foi proposto por Neto *et al.* (2019), que defende a necessidade de trabalhar os conteúdos de Física Moderna sempre que houver conexões com os conteúdos da Física Clássica. Dessa forma, os estudantes podem entrar em contato com fenômenos naturais e tecnológicos atuais desde o primeiro ano do ensino médio, e não apenas ao final do terceiro ano, como é comum na maioria das escolas.

Por fim, destacamos também que, ao analisar os testes, é notável perceber que muitos estudantes não possuem conhecimentos sobre os desenvolvimentos e a importância da Física Moderna em nosso mundo atual e tecnológico. Buscar apresentações em sala de aula abordando esse tema é fundamental para que os alunos tenham uma compreensão mínima da Física Moderna. Além disso, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais dos PCN+ destacam a importância de apresentar conhecimentos modernos e atuais para que os jovens possam entender o significado da Física na explicação do universo e no desenvolvimento da sociedade.

6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa buscou explorar a viabilidade de uma proposta de ensino que integrasse as grandezas clássicas de espaço, tempo e massa à FM, buscando romper com o modelo tradicional de ensino de Física, que pode ser caracterizado segundo Freire (2014) como uma abordagem bancária da educação, em que os alunos são meros receptores de informações que são depositadas em suas mentes.

A importância do ensino da FM no EM, conforme descrito na introdução e justificativa desta pesquisa, já foi amplamente fundamentada por pesquisadores da área e contemplada em documentos oficiais para esse nível de ensino. No entanto, é evidente que a maioria dos estudantes conclui o EM sem ter estudado os assuntos relacionados a essa área. As pesquisas realizadas sobre esse tema demonstram que ainda existem poucos trabalhos sobre a FM a que apresentam propostas didáticas efetivas em sala de aula. Então esta pesquisa também busca integrar as pesquisas relacionadas a esta área da Física.

Para isso ser possível utilizamos o método da aprendizagem significativa no ensino da FM, esta pode ser uma abordagem eficaz para melhorar a compreensão e a retenção dos conceitos pelos alunos. De acordo com Ausubel (1968), uma aprendizagem significativa envolve a integração de novos conceitos aos já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, tornando o aprendizado mais relevante e duradouro. Com a utilização desse método conseguimos ajudar os alunos a compreender melhor os fenômenos naturais e tecnológicos atuais, promovendo uma compreensão mais profunda da Física e seu papel no mundo moderno.

Além disso, a aprendizagem significativa na FM também pode contribuir para a formação de cidadãos críticos e reflexivos, capazes de entender e aplicar os conceitos da Física em sua vida cotidiana e no mundo ao seu redor. Para isso, é importante que os professores de Física adotem abordagens de ensino que promovam uma aprendizagem significativa, buscando sempre relacionar os conceitos teóricos com a realidade dos alunos, a fim de tornar o aprendizado mais relevante e duradouro.

Entretanto, na prática isso não é uma tarefa fácil, inicialmente, foi encontrado um desafio na elaboração da proposta da SD que integrasse as grandezas de espaço, tempo e massa nas duas teorias da Física, visando superar o ensino tradicional e a prática em sala de aula. Ao analisar inicialmente o questionário inicial é possível perceber que os alunos em sua maioria não conseguiram demonstrar conhecimentos prévios a respeito das grandezas, isso foi um obstáculo, visto que a proposta baseava-se exclusivamente na existência de subsunções

para a apresentação de novas definições sobre as grandezas, e estas pudesse interagir de forma arbitrária com os conhecimentos pré-existentes. Neste ponto foi necessário rever e apresentar as grandezas na visão clássica aos estudantes, diante disso considerei que poderia desenvolver uma abordagem mais simples, porém abrangente e agradável para os estudantes. A análise realizada após a implementação da SD mostra que a metodologia de ensino obteve avanços, já que mais de 80% dos alunos deram indícios positivos a respeito das aulas de FM e que os conteúdos apresentados despertaram neles interesse em saber mais sobre a Física.

É fato que mudar o ensino da Física é uma tarefa difícil, durante as intervenções em sala de aula foi notável perceber a pouca participação dos alunos nos diálogos mantidos em sala de aula, com alguns chegando a estranhar a abordagem diferenciada para a disciplina de Física, que, tradicionalmente, envolve apenas fórmulas matemáticas. Entretanto, à medida que os assuntos foram sendo vistos e despertando o interesse dos estudantes, especialmente, aqueles que já tiveram contato superficial com os temas em anos anteriores, a participação na pesquisa aumentou. Embora alguns alunos ainda tenham resistido, é gratificante constatar que a metodologia empregada causou transformações em outros, como podemos acompanhar nos relatos da última questão do teste final, mostrando uma evolução dos estudantes para definir as grandezas estudadas.

A interligação de áreas do conhecimento da Física parece ser bastante proveitosa, favorecendo uma melhor compreensão dos conteúdos de FM ao serem aplicados na compreensão de assuntos interessantes da FC. A presença das grandezas de tempo, espaço e massa no cotidiano dos estudantes, embora muitas vezes não percebida por eles, foi constatada na análise das respostas da questão 04 do teste inicial, em que todos os alunos afirmaram conhecer essas grandezas.

A análise dos dados coletados e dos resultados obtidos mostra que a SD integrada teve uma boa recepção e participação dos alunos, entretanto não podemos demonstrar evidências da Aprendizagem Significativa sobre o tema da RR com destaque para as grandezas trabalhadas, uma vez que os alunos não tinham inicialmente conhecimentos prévios a respeito das grandezas, apesar de conhecê-las a maioria dos estudantes não conseguem no questionário inicial apresentar definições, e no questionário final grande parte dos estudantes não conseguem definir as grandezas na visão das duas áreas da Física, que era o objetivo da pesquisa.

Por fim, a pesquisa comprova que apesar da não verificação de traços relacionados Aprendizagem Significativa sobre o tema apresentado, a abordagem e os resultados se demonstra eficaz, uma vez que inicialmente os alunos não conseguiram formular respostas a

respeito das grandezas de espaço, tempo e massa, e após intervenções, estes apresentam concepções a respeito das mesmas grandezas, demonstrando que podemos sim trabalhar esse tema com êxito no EM, mesmo diante de muitas dificuldades que o sistema de ensino possui, a exemplo do pouco tempo para as aulas de Física e das “obrigações” de seguir de forma tradicional os manuais da Física é importante que os professores busquem ensinar a FM em conjunto com a FC. Buscando assim, sempre ajudar os alunos a desenvolver habilidades importantes, como a capacidade de análise crítica, resolução de problemas e pensamento científico. Além disso, os alunos podem ser inspirados a seguir carreiras em ciência e tecnologia, o que pode ter um impacto positivo em suas futuras carreiras e na sociedade como um todo.

Sendo assim, é fundamental que os professores sejam estimulados a repensar suas práticas e metodologias de ensino, buscando sempre formas mais dinâmicas e interativas de trabalhar os conteúdos da FM. Nesse sentido, é importante que sejam oferecidos mais recursos e capacitações para os docentes, para que possam aprimorar suas práticas.

Concluo este estudo com a certeza de que podemos aprimorar nossas aulas e colaborar para a formação de cidadãos mais críticos e capazes de transformar sua realidade, à medida que adquirem maior consciência sobre o mundo que os cerca.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Fabiana Cruz de et al. **Revisão de literatura sobre intervenções didáticas para o ensino de conceitos de Física Moderna no Ensino Médio**. Trabalho de Conclusão de Curso, (Graduação em Física) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/193442/TCC-A5%20Fabiana%20com%20Ficha%20de%20Identifica%C3%A7%C3%A3o%20.pdf?sequence=1>> Acesso em: 25 fev. 2022.

ARONS, Arnold B. **A guide to introductory physics teaching**. 1.ed. New York: John Wiley, 1990.

AUSUBEL, David. **Psicologia educacional: Uma visão cognitiva**. Nova York: Holt, Rinehart e Winston, 1968.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Ed. 70, 1977. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7105754/mod_resource/content/1/BARDIN_L_1977_Analise_de_conteudo_Lisboa_edicoes_70_225.20191102-5693-11evk0e-with-cover-page-v2.pdf> Acesso em: 25 fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994. Disponível em: <https://www.academia.edu/6674293/Bogdan_Biklen_investigacao_qualitativa_em_educacao> Acesso em: 25 fev. 2022.

BONITO DE SANTA FÉ, **Plano de Ação** – Escola Cidadã Integral Técnica Estadual Monsenhor Moraes. Bonito de Santa Fé/PB: SME, 2022.

BORGES, Mauro Duro. **Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: uma experiência didática com a Teoria da Relatividade Restrita**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/10375/000597599.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 2 jun. 2022.

BRASIL, Parâmetros Curriculares Nacionais; MÉDIO, Ensino. orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, v. 2, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf> Acesso em: 2 jun. 2022.

FERREIRA, Guilherme Fontes Leal. Comparação entre a mecânica relativista e a mecânica newtoniana. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Instituto de Física de São Carlos, v. 26, n. 1, p. 49-51, 2004. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/h3B7qky9tWRC79fywnLXJ9f/?lang=pt&format=pdf>> Acesso em: 2 jun. 2022.

KARAM, Ricardo Avelar Sotomaior. **Relatividade restrita no início do ensino médio:**

elaboração e análise de uma proposta. Dissertação (Mestrado) - Curso de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/102174/225130.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 15 mai. 2022.

KESSLER, Sérgio Luís. **O ensino da física moderna no ensino médio: necessidades e dificuldades no oeste catarinense**. 2008. 212 f. Dissertação (Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <<http://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/3321>>. Acesso em: 25 mar. 2022.

KIKUCHI, Ligia Ayumi; ORTIZ, Adriano José; BATISTA, Irinéa de Lourdes. Ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: uma análise do que se tem discutido a respeito do assunto. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**. Águas de Lindoia, 2013.

LIMA, Donizete Franco. A importância da sequência didática como metodologia no ensino da disciplina de Física moderna no Ensino Médio. **Revista Triângulo**, Uberaba - MG, v. 11, n. 1, p. 151–162, abr. 2018. 2175-1609 DOI: <https://doi.org/10.18554/rt.v0i0.2664>. Disponível em: <<https://seer.ufm.edu.br/revistaeletronica/index.php/revistatriangulo/article/view/2664>> Acesso em: 26 maio. 2022.

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**, Curitiba, v. 4, n. 3, p. 73-100, 2011. 1982-873X. DOI: <https://doi.org/10.3895/S1982-873X2011000300004>. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/1050/735>> Acesso em: 25 mar. 2022.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MARTINS, Roberto de Andrade. **A Física no final do século XIX: modelos em crise**. Com Ciência - SBPC/Labjor, 2001. Disponível em: <<https://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/fisica/fisica05.htm>>. Acesso em: 10 set. 2022.

MARICONDA, Pablo Rubén. **Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo: ptolomaico e copernicano de Galileu Galilei**. 2000. Tese (Livre Docência) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. Acesso em: 10 set. 2022.

MORAES, Roque. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4125089/mod_resource/content/1/Roque-Moraes_Analise%20de%20conteudo-1999.pdf> Acesso em: 16 fev. 2022

MOREIRA, Marcos Antônio. Grandes Desafios para o Ensino da Física na educação Contemporânea. **Revista do Professor de Física**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 1-13, ago. 2017. 2594-4746. DOI: <https://doi.org/10.26512/rpf.v1i1.7074>. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/7074/5725>> Acesso em: 16 fev. 2022.

_____. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 3, p. 25-46, 2011. Disponível em: <https://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/pe_Goulart/Material_de_Apoio/Referencial%20Teorico%20-%20Artigos/Aprendizagem%20Significativa.pdf> Acesso em : 16 fev. 2022

_____. O que é afinal aprendizagem significativa?. **Qurriculum: revista de teoría, investigación y práctica educativa**. La Laguna, Espanha. v. 01, n 25, p. 29-56, mar. 2012. Disponível em: _____ disponível em <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/96956/000900432.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 13 mar. 2022.

MOREIRA, Marcelo Araújo; OSTERMANN, Fernanda. Textos de Apoio ao Professor de Física: Teorias construtivistas. **Grupo de Ensino**, Instituto de Física - UFRGS, v. 10, 1999. 1807-2763. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/n10_moreira_ostermann.pdf> Acesso em: 26 mai. 2022.

NETO, Jonas Guimarães Paulo; SIQUEIRA, Marcos Cirineu Aguiar; VIEIRA, Antônio Nunes de Oliveira. O Ensino de Física Moderna e Contemporânea na concepção de alunos no Ensino Médio. In: IV CONAPESC, 2525-6696; 2019, Campina Grande: Editora Realize, **Anais [..]**. Campina Grande, 2019. p. 12.

OSTERMANN, Fernanda; FERREIRA, Leticie Mendonça; CAVALCANTI, Cláudio José de Holanda Tópicos de Física Contemporânea no Ensino Médio: um texto para professores sobre supercondutividade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 20, n. 3, p. 270-288, set. 1998. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/116764/000215873.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 26 mai. 2022.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marcos Antônio 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. 23-48, 2000. 1518-8795. Disponível em: <<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/600/390>> Acesso em: 16 fev. 2022.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. Editora Paz e Terra, 2014.

PEREIRA, Denis Rafael de Oliveira; AGUIAR, Oderli. Ensino de física no nível médio: tópicos de física moderna e experimentação. **Revista Ponto de Vista**, Florianópolis, v. 3, n. 1, p. 65-81, 2006. Disponível em <<https://periodicos.ufv.br/RPV/article/download/9743/5371>> Acesso em: 16 fev. 2022.

PEREIRA, Fernando de Candido. Uma Breve História Da Física Moderna e Contemporânea. **Revista Professare**, Caçador, SC, v. 4, n. 3, p. 177-188, 2015. 2446-9793. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.33362/professare.v4i3.734>. Disponível em: <<https://periodicos.uniarp.edu.br/index.php/professare/article/view/734/410>> Acesso em: 18 fev. 2022.

PINTO, Alexandre Custódio; ZANETIC, João. É possível levar a física quântica para o ensino médio?. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 16, n. 1, p. 7-34, abr. 1999. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.5007/%25x>. Disponível em:

<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6873/6333>> Acesso em: 18 fev. 2022.

PIRES, Antônio Sérgio Teixeira. **Evolução das Ideias da Física**. 1 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

PORTO, Cláudio Maia; PORTO, Maria Beatriz Dias da Silva Maia Uma visão do espaço na mecânica newtoniana e na teoria da relatividade de Einstein. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 1-8, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/66h6nNwH5hdBMM9MMQ36YkK/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 2 jun. 2022.

PROETTI, Sidney. As pesquisas qualitativa e quantitativa como métodos de investigação científica: Um estudo comparativo e objetivo. **Revista Lumen** – ISSN: 2447-8717, v. 2, n. 4, 2018. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/450743275/AS-PESQUISAS-QUALITATIVA-E-QUANTITATIVA-COMO-METODOS-DE-INVESTIGACAO-CIENTIFICA-UM-ESTUDO-COMPARATIVO-E-OBJETIVO>> Acesso em: 6 abr. 2022

ROCHA, Diego Marcelli; RICARDO, Elio Carlos. As crenças de autoeficácia e o ensino de Física Moderna e Contemporânea. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 223-252, abr. 2016. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.5007/2175-7941.2016v33n1p223>. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n1p223/31587>> Acesso em: 6 abr. 2022.

SAMPAIO, Wilton Souza et al. Uma abordagem de tópicos de Relatividade Geral através da construção de experimentos de baixo custo para a facilitação da transposição didática. **Cadernos de Educação Básica**, v. 6, n. 3, p. 115-132, 2021. Disponível em: DOI: <<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33025/ceb.v6i3.3112>> Acesso em: 16 fev. 2022.

TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. 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. DOI: <https://doi.org/10.5007/%25x>. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5165758.pdf>> Acesso em 17 fev. 2022.

_____. **Perspectivas para a inserção da Física Moderna na escola média**. 1994. 241 f. Tese (Doutorado) - Curso de Física, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

VALADARES, Jorge. O conceito de massa: I: introdução histórica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Vol. 15, n.º s, p. 01-08, 1993. Disponível em: <<https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/1335/1/vol15a13.pdf>> Acesso em: 20 mai. 2022.

XAVIER, Cláudio Clauderson. **Estudo de caso sobre as percepções do senso comum e conhecimentos científicos acerca de demonstrações de fenômenos físicos**. Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Universidade Federal da Fronteira Sul. Fronteira do Sul/PR, 2021. Disponível em: <<https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/5619/1/XAVIER.pdf>> Acessado em 20/mai./2022.

ZABALA, Antoni & ARNAU, Laia. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

ANEXO A

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você menor está sendo convidado a participar como voluntário (a) no estudo **Transição da Física Clássica para a Física Moderna: Uma análise sobre as grandezas de tempo, espaço e massa no 3º Ano do Ensino Médio em Bonito de Santa Fé – PB**, coordenado pelo professor **João Maria da Silva** e vinculado ao **Universidade Federal de Campina Grande – Centro de Formação de Professores – Unidade Acadêmica de Ciências Exatas e da Natureza**.

Sua participação é voluntária e você poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento, sem que isso lhe traga nenhum prejuízo ou penalidade. Este estudo tem por objetivo **investigar as concepções dos discentes do terceiro ano do ensino médio em uma Escola Cidadã Integral Técnica referente as grandezas de espaço, tempo e massa na visão clássica e relativística da Física**.

Caso decida aceitar o convite, você será submetido (a) ao seguinte procedimento: responder dois questionários, com média de dez perguntas cada, que serão coletados e depois transcritos para o meio digital para fins de pesquisa e participar das intervenções em sala de aula. Os riscos envolvidos com sua participação são mínimos, expressos na forma de desconforto; possibilidade de constrangimento ao responder o instrumento de coleta de dados; medo de não saber responder ou de ser identificado ou estresse. Caso encontre qualquer questionamento que promova um desses desconfortos, você pode se recusar a participar do estudo a qualquer questão que gere constrangimento. O estudo trará benefícios diretos aos participantes em decorrência de sua participação na pesquisa para o reconhecimento das definições sobre as grandezas de espaço, tempo e massa na visão que a Física traz consigo ao longo da sua evolução histórica.

Todas as informações obtidas serão sigilosas e seu nome não será identificado em nenhum momento. Os dados serão guardados em local seguro e a divulgação dos resultados será feita de maneira que não permita a identificação de nenhum voluntário.

Se você tiver algum gasto decorrente de sua participação na pesquisa, você será ressarcido, caso solicite. Em qualquer momento, se você sofrer algum dano comprovadamente decorrente desta pesquisa, você poderá buscar o direito de ser indenizado.

Esta pesquisa atende às exigências das resoluções 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), as quais estabelecem diretrizes e normas regulamentadoras para pesquisas envolvendo seres humanos.

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Centro de Formação de Professores (CFP) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) é um colegiado interdisciplinar e independente de caráter consultivo, deliberativo e educativo, que tem como foco central defender os interesses e a integridade dos participantes voluntários de pesquisas envolvendo seres humanos e, conseqüentemente, contribuir para o desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Você ficará com uma via rubricada e assinada deste termo e qualquer dúvida a respeito desta pesquisa, poderá ser requisitada a João Maria da Silva, ou ao Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos - CEP/CFP/UFCG cujos dados para contato estão especificados abaixo.

Dados para contato com o responsável pela pesquisa

Nome: João Maria da Silva

Instituição: Universidade Federal de Campina Grande – CFP/UFCG.

Endereço Pessoal: Rua Dimas Andriola, 140, Bairro Jardim Oásis, Cajazeiras/PB,

**Endereço Profissional: Rua Sérgio Moreira de Figueiredo, SN, Bairro Casas Populares –
Cajazeiras/PB, CEP: 58900-000.**

Horário disponível: Às sextas-feiras, das 09h às 12h.

Telefone: (83) 99930-9704

Email: jmsilva16@yahoo.com.br

Dados do CEP

**Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Formação de Professores da
Universidade Federal de Campina Grande- CEP/CFP/UFCG, situado a
rua Sergio Moreira de Figueiredo, s/n, Bairro: Casas Populares,
Cajazeiras - PB; CEP: 58.900-000.**

Email: cepcfpufcgcz@gmail.com

Tel: (83) 3532-2075

Declaro que estou ciente dos objetivos e da importância desta pesquisa, bem como a forma como esta será conduzida, incluindo os riscos e benefícios relacionados com a minha participação, e concordo em participar voluntariamente deste estudo.

Cajazeiras, ____ de _____ de 2022.

Assinatura ou impressão datiloscópica do
voluntário ou responsável legal

Nome e assinatura do responsável pelo
estudo

ANEXO B

Descrição das aulas na sequência didática

Semana	Atividades Desenvolvidas	Objetivos	Tempo (h/aula)
01	Exposição geral do projeto para os estudantes; aplicação do questionário inicial; revisão sobre os conteúdos (tempo, espaço e massa) do ponto de vista da Física Clássica – exposição oral através de slides.	Apresentar o projeto de pesquisa, e coletar dados relacionados às concepções dos estudantes referentes às grandezas.	03
02	Exposição oral sobre: A Física Clássica de Newton com o espaço e tempo absoluto; transformações de Galileu; incoerência da relatividade de Galileu para a luz; velocidade da luz e fenômenos relacionados aos postulados.	Problematizar as grandezas na visão da Física Clássica e suas incoerências.	03
03	Apresentação de um vídeo sobre a evolução científica através da Relatividade e Mecânica Quântica no início do século XX ⁶ ; Debate sobre o vídeo proposto; exposição oral sobre: Simultaneidade, Relatividade da Simultaneidade e Postulados da Relatividade de Einstein.	Organização do conhecimento.	03
04	Exposição oral sobre: Transformações de Lorentz, dilatação do tempo, contração do espaço, quantidade de movimento, massa relativística e energia relativística.	Organização do conhecimento.	03
05	Exposição oral sobre: Análise da Equivalência Massa-Energia; demonstração da expressão $E=mc^2$; Sugestão para assistir o vídeo: (Gênios da Ciência - Einstein: $E=mc^2$) ⁷ .	Organização do conhecimento.	03
06	Aplicação do questionário final.	Aplicação do conhecimento e verificação indícios da aprendizagem significativa	03

⁶ Da Relatividade ao Big Bang - A Saga do Prêmio Nobel. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=fNjEQeZv-qU;>

⁷ Gênios da Ciência - Einstein: $E=mc^2$ - Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=UvMpbmb0_yI&t=2s

**DESCRIÇÃO DAS AULAS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA
(DETALHADA)**

SEMANA 01	
MOMENTO	DESCRIÇÃO
1º	<p>Introdução:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Começamos a aula explicando a pesquisa aos alunos, o tempo de duração e os principais objetivos; • Após isso foi feito a aplicação do questionário inicial;
2º	<p>Revisão:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicação sobre a importância do estudo do tempo, espaço e massa na Física e como esses conceitos estão presentes em nosso cotidiano;
3º	<p>Conceito de tempo (Física Clássica):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do conceito de tempo na Física, explicando que é uma grandeza utilizada para medir a duração e a sequência de eventos; • Diferentes unidades de medida de tempo, como segundos, minutos, horas, dias, etc.
4º	<p>Conceito de espaço (Física Clássica):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introdução do conceito de espaço na Física, explicando que é a dimensão onde ocorrem os eventos físicos e que pode ser medido em termos de distância e posição; • Discussão sobre as diferentes dimensões do espaço: unidimensional (linha), bidimensional (plano) e tridimensional (espaço físico).
5º	<p>Conceito de massa (Física Clássica):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do conceito de massa na Física, destacando que é uma medida da quantidade de matéria em um objeto; • Explicação sobre a diferença entre massa e peso, enfatizando que massa é uma propriedade intrínseca do objeto, enquanto o peso depende da gravidade. • A unidade de medida da massa, o quilograma, e discussão sobre a importância da conservação da massa em sistemas físicos. • Apresentação de exemplos e aplicações dos conceitos de tempo, espaço e massa na Física, relacionando-os com fenômenos do mundo real.
6º	<p>Conclusão e síntese:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Finalização da aula fazendo uma síntese dos principais pontos abordados, reforçando a importância dos conceitos de tempo, espaço e massa na Física.

SEMANA 02	
MOMENTO	DESCRIÇÃO
1º	<p>Introdução:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Começamos a aula contextualizando a época em que Newton viveu e as principais questões científicas da época; • Explicação brevemente sobre o conceito de espaço e tempo absolutos, destacando que eram considerados absolutos e independentes de qualquer referencial.
2º	<p>Fundamentos da Física Clássica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentação de como os princípios básicos da Física Clássica, incluindo as três leis do movimento de Newton e a lei da gravitação universal; • Explicação de como esses princípios foram desenvolvidos por Newton e como eles descrevem o comportamento dos corpos no espaço e no tempo absoluto.
3º	<p>O conceito de espaço absoluto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discussão a respeito do conceito de espaço absoluto na Física Clássica, enfatizando que é considerada uma estrutura fixa e inalterável onde os eventos ocorrem; • A ideia de que o espaço absoluto não é afetado pelos corpos ou pela interação entre eles, sendo uma referência universal para medir distâncias e posições.
4º	<p>O conceito de tempo absoluto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicação do conceito de tempo absoluto na Física Clássica, destacando que é uma grandeza independente dos eventos físicos que ocorrem; • Discussão sobre a ideia de que o tempo absoluto é uma progressão uniforme e constante, que flui de maneira igual em todos os lugares e em todos os momentos.
5º	<p>Conceito de massa (Física Clássica):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do conceito de massa na Física, destacando que é uma medida da quantidade de matéria em um objeto; • Explicação sobre a diferença entre massa e peso, enfatizando que massa é uma propriedade intrínseca do objeto, enquanto o peso depende da gravidade; • A unidade de medida da massa, o quilograma, e discuta a importância da conservação da massa em sistemas físicos; • Apresentação de exemplos e aplicações dos conceitos de tempo, espaço e massa na Física, relacionando-os com fenômenos do mundo real.
6º	<p>Galileu e seus estudos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transformações de Galileu e sua aplicação para o movimento relativo entre referenciais inerciais;

	<ul style="list-style-type: none"> Explicação que apesar de serem úteis para descrever o movimento em velocidades cotidianas, essas transformações não se aplicam à luz.
7º	<p>Velocidade da luz (10 minutos):</p> <ul style="list-style-type: none"> O conceito de velocidade da luz, destacando que é uma constante fundamental da natureza; Apresentação do valor da velocidade da luz no vácuo, que é de aproximadamente 299.792.458 metros por segundo (m/s). O experimento de Michelson-Morley, realizado no final do século XIX, com o objetivo de medir a velocidade da Terra em relação ao éter, o suposto meio de propagação da luz. Os resultados surpreendentes do experimento, que não detectou nenhuma diferença na velocidade da luz em diferentes direções. Contradições entre os resultados do experimento de Michelson-Morley e as transformações de Galileu. Como as transformações de Galileu preveem que a velocidade da luz deveria variar dependendo do movimento do observador, o que não foi observado no experimento.
8º	<p>Conclusão e síntese:</p> <ul style="list-style-type: none"> Síntese dos principais pontos abordados na aula, destacando a transição da concepção absoluta para a relatividade na física.

SEMANA 03	
MOMENTO	DESCRIÇÃO
1º	<p>Introdução:</p> <ul style="list-style-type: none"> Apresentação de um vídeo sobre a evolução científica através da Relatividade e Mecânica Quântica no início do século XX ; Debate sobre o vídeo proposto.
2º	<p>Conceito de simultaneidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> Explicação sobre o conceito de simultaneidade na física clássica, onde eventos simultâneos são aqueles que ocorrem ao mesmo tempo em um referencial inercial absoluto; Apresentação da ideia de que a simultaneidade é relativa e depende do referencial adotado na teoria da relatividade.
3º	<p>Relatividade da simultaneidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> Descrição sobre a Relatividade da Simultaneidade, destacando que eventos simultâneos em um referencial inercial podem não ser simultâneos em outro referencial em movimento relativo;

	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do experimento mental dos trens de Einstein para ilustrar a discrepância na percepção da simultaneidade entre dois observadores em movimento relativo.
4º	<p>Primeiro e Segundo Postulado da Relatividade:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do Primeiro Postulado da Relatividade de Einstein, que afirma que as leis da física são as mesmas em todos os referenciais inerciais; • Discussão de como esse postulado questiona a existência de um referencial absoluto e a concepção clássica de tempo e simultaneidade; • Explicação do Segundo Postulado da Relatividade de Einstein, que estabelece que a velocidade da luz no vácuo é constante e independente do movimento da fonte ou do observador; • Discussão sobre as implicações desse postulado, incluindo a dilatação temporal e a contração espacial; • Apresentação dos estudos de casos históricos ou experimentos que evidenciam os efeitos dos postulados da relatividade.
5º	<p>Conclusão e síntese:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Síntese dos principais pontos abordados na aula, reforçando a importância dos postulados da relatividade para a compreensão do tempo e da simultaneidade; • Reflexão sobre como a teoria da relatividade modificou nossa visão do tempo e do espaço.

SEMANA 04	
MOMENTO	DESCRIÇÃO
1º	<p>Introdução:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Começamos a aula explicando a necessidade das Transformações de Lorentz na teoria da relatividade especial para descrever o movimento em altas velocidades; • Essas transformações levam em consideração a dilatação do tempo e a contração do espaço.
2º	<p>Revisão dos Postulados da Relatividade de Einstein:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recapitulação sobre os postulados da relatividade de Einstein, incluindo o Primeiro Postulado sobre as leis da física serem as mesmas em todos os referenciais inerciais e o Segundo Postulado sobre a velocidade da luz ser constante.
3º	<p>Transformações de Lorentz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentação das Transformações de Lorentz, que descrevem a relação entre eventos e grandezas físicas em referenciais inerciais em movimento relativo;

	<ul style="list-style-type: none"> Explicação sobre as equações para a dilatação do tempo e a contração do espaço, mostrando como as medidas de tempo e espaço são afetadas por velocidades próximas à velocidade da luz.
4º	<p>Dilatação do tempo e contração do espaço:</p> <ul style="list-style-type: none"> Discussão sobre a dilatação do tempo, explicando que o tempo passa mais devagar para um observador em movimento relativo em relação a um observador em repouso; A contração do espaço, mostrando que os objetos em movimento relativo parecem encurtar-se na direção do movimento.
5º	<p>Quantidade de movimento relativística:</p> <ul style="list-style-type: none"> Introdução ao conceito de quantidade de movimento relativística, que considera a massa relativística de um objeto em movimento próximo à velocidade da luz; Explicação sobre a equação para a quantidade de movimento relativística, enfatizando que a massa relativística aumenta à medida que a velocidade se aproxima da velocidade da luz.
6º	<p>Massa relativística e energia relativística:</p> <ul style="list-style-type: none"> A relação entre massa e energia na teoria da relatividade, apresentando a equação $E=mc^2$, onde E é a energia relativística e m é a massa relativística; Discussão sobre como a energia relativística inclui tanto a energia cinética como a energia de repouso (massa em repouso) de um objeto.
7º	<p>Conclusão:</p> <ul style="list-style-type: none"> Síntese dos principais pontos abordados na aula, enfatizando a importância das transformações de Lorentz, dilatação do tempo, contração do espaço, massa relativística e energia relativística na teoria da relatividade especial; Reflexão sobre como esses conceitos transformaram nossa compreensão do tempo, espaço e movimento em altas velocidades.

SEMANA 05	
MOMENTO	DESCRIÇÃO
1º	<p>Introdução:</p> <ul style="list-style-type: none"> A aula se iniciou com a introdução do conceito de Equivalência Massa-Energia, que é uma das consequências fundamentais da teoria da relatividade de Einstein; Explicação da importância dessa descoberta e como ela revolucionou nossa compreensão da relação entre massa e energia.

2º	<p>Contextualização histórica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Breve contextualização histórica, mencionando a contribuição de cientistas como Albert Einstein, Max Planck e Henri Becquerel na descoberta da relação entre massa e energia; • Destaque sobre a importância do experimento de Albert Einstein com a radiação e a Teoria Especial da Relatividade para a compreensão dessa relação.
3º	<p>Princípio da conservação de energia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisão sobre o princípio da conservação de energia, enfatizando que a energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada; • Explicação sobre a lei fundamental da física que é utilizada para analisar a equivalência massa-energia.
4º	<p>Demonstrar a expressão $E=mc^2$:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentação da expressão $E=mc^2$, que relaciona a energia (E) à massa (m) de um objeto; • Explicação de cada termo da expressão, incluindo a velocidade da luz (c) como a constante de conversão entre massa e energia.
5º	<p>Interpretação da expressão $E=mc^2$:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discussão e interpretação da expressão $E=mc^2$, mostrando como ela implica que uma pequena quantidade de massa pode ser convertida em uma grande quantidade de energia; • Explicação que essa relação é aplicável em situações de alta velocidade ou altas energias, como em reações nucleares.
6º	<p>Exemplos e aplicações:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exemplos concretos e aplicações da Equivalência Massa-Energia, como a energia liberada em reações nucleares, a conversão de massa em energia no Sol e a energia contida em partículas subatômicas aceleradas.
7º	<p>Conclusão:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Síntese dos principais pontos abordados na aula, destacando a importância da Equivalência Massa-Energia na compreensão da natureza fundamental da energia e da massa; • Reflexão sobre as aplicações e implicações dessa relação na tecnologia e na compreensão do universo e Sugestão para assistir o vídeo: (Gênios da Ciência - Einstein: $E=mc^2$).

SEMANA 06	
MOMENTO	DESCRIÇÃO
1º	Final do projeto: <ul style="list-style-type: none">• Aplicação do questionário final.

Certifique-se de adaptar a duração de cada etapa de acordo com o tempo disponível para a aula. Além disso, é importante utilizar recursos visuais, exemplos concretos e incentivar a participação dos alunos por meio de perguntas e discussões.

ANEXO C

Questionário Inicial

Nome: _____ Turma/Ano: _____

1. Você considera a Física uma disciplina importante? Por quê?
2. Relacionado aos conteúdos que você já estudou, qual despertou em você maior interesse? Por qual motivo?
3. Dos conceitos físicos que você já estudou, teria como citar algum (s) que você acha que já utilizou em algum momento da sua vida. Descreva sucintamente o (s) acontecido (s).
4. Durante seus estudos até o presente momento, você já ouvir falar de:

SIM NÃO

Astronomia		
Big Bang		
Buracos Negros		
Espaço		
Física Nuclear		
Física Quântica		
Massa		
Radioatividade		
Relatividade Especial		
Relatividade Geral		
Tempo		

5. Estabeleça brevemente sua compreensão pessoal a respeito dos conteúdos: Espaço, Massa e Tempo. Você consegue perceber alguma ligação entre eles?
6. Marque VERDADEIRO ou FALSO

VERDADEIRO FALSO

As aulas de Física são chatas, sem presença de experimentos (presencial ou online) e só acontecem explicações e resoluções de exercícios, sem muita interação da turma.		
Somente acontece a utilização do livro didático de Física, sem a presença de outros tipos de materiais de leitura que estimule a curiosidade do aluno.		
Não vejo significado de estudar Física porque não consigo relacionar o que estou aprendendo com nada da minha vida.		
Sei diferenciar sobre o que trata a Física Clássica da Física Moderna.		

ANEXO D

Questionário Final

Nome: _____ Turma/Ano: _____

Marque nas alternativas a seguir com um “X”, com a que condiz com a sua opinião de acordo com as combinações:

CO = concordo
NDA = nem concordo nem discordo
DI = discordo

1. Os tópicos de Relatividade apresentados em sala de aula geraram meu interesse em procurar novas informações a respeito da Física. (Questão deve ser comparada com a questão 1 do questionário inicial).

CO NDA DI

2. Após a apresentação do conteúdo passei a dar mais importância aos assuntos tratados pela Física. (Questão deve ser comparada com a questão 1 do questionário inicial).

CO NDA DI

3. O trabalho desenvolvido nas aulas potencializou meu interesse dos conteúdos abordados pela Física que eu já considerava importante. (Questão deve ser comparada com a questão 2 do questionário inicial).

CO NDA DI

4. Mesmo após as aulas de Física Moderna, não consigo identificar a aplicação dos conteúdos de Física no meu dia a dia. (Questão deve ser comparada com a questão 3 e com o item III da questão 6 do questionário inicial).

CO NDA DI

5. Avalio que os assuntos trabalhados em sala de aula foram muito difíceis. (Questão deve ser comparada com a os itens I e II da questão 6 do questionário inicial).

CO NDA DI

6. Considero ser importante apresentar temas atuais do mundo nas aulas de Física. (Questão deve ser comparada com a os itens I e II da questão 6 do questionário inicial).

CO NDA DI

7. Sei diferenciar sobre o que trata a Física Clássica da Física Moderna. (Questão deve ser comparada com a o item IV da questão 6 do questionário inicial).

() CO () NDA () DI

8. Estabeleça brevemente sua compreensão pessoal a respeito dos conteúdos: Espaço, Massa e Tempo do ponto de vista as áreas da Física. (Questão deve ser comparada com as questões 4 e 5 do questionário inicial).

OBS: Partes em vermelho no (Questionário Final) foi retirado para a aplicação do questionário em sala de aula. Destacado apenas para a análise dos testes.

ANEXO E

UFCG - CENTRO DE
FORMAÇÃO DE
PROFESSORES - CAMPUS DE
CAJAZEIRAS DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: TRANSIÇÃO DA FÍSICA CLÁSSICA PARA A FÍSICA MODERNA:
UMA ANÁLISE SOBRE AS GRANDEZAS DE TEMPO, ESPAÇO E MASSA NO 3º
ANO DO ENSINO MÉDIO EM BONITO DE SANTA FÉ/PB.

Pesquisador: JOAO MARIA DA SILVA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 63990522.9.0000.5575

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.715.506

Apresentação do Projeto:

Trata-se de uma pesquisa de cunho qualitativo e pode também ser classificada como uma pesquisa descritiva, a qual investigará e apresentará através de relatos, as concepções dos estudantes em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio, a respeito dos conceitos de espaço, tempo e massa, buscando compreender as principais concepções incorporadas por tais estudantes a respeito destas grandezas no âmbito da Física Clássica e Moderna.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Investigar as concepções dos discentes do terceiro ano do Ensino Médio em uma Escola Cidadã Integral Técnica referente as grandezas de espaço, tempo e massa na visão clássica e relativística da Física.

Objetivos Secundários

- . Mapear os conhecimentos prévios dos estudantes em relação aos conceitos de espaço, tempo e massa;
- . Verificar quanto os estudantes conhecem da Física Clássica e Física Moderna;
- . Promover uma intervenção através de uma sequência didática, de modo a apresentar aos

Endereço: Rua Sérgio Moreira de Figueiredo, s/n

Bairro: Casas Populares

UF: PB

Município: CAJAZEIRAS

CEP: 58.900-000

Telefone: (83)3532-2075

E-mail: cepcfufcgcz@gmail.com

**UFCG - CENTRO DE
FORMAÇÃO DE
PROFESSORES - CAMPUS DE
CAJAZEIRAS DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE**



Continuação do Parecer: 5 715 506

estudantes participantes da pesquisa, os conceitos cientificamente corretos envolvendo os conteúdos de espaço, tempo e massa do ponto de vista da Física Moderna;

. Aplicar um questionário final a fim de verificar a mudança conceitual nas definições de espaço, tempo e massa na visão dos estudantes;

. Analisar os dados buscando traços de definições clássicas e relativísticas nas respostas dos estudantes.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os riscos envolvidos com sua participação são mínimos, expressos na forma de desconforto; possibilidade de constrangimento ao responder o instrumento de coleta de dados; medo de não saber responder ou de ser identificado ou estresse. Caso encontre qualquer questionamento que promova um desses desconfortos, você pode se recusar a participar do estudo a qualquer questão que gere tais constrangimentos.

Benefícios:

A pesquisa pretende compreender como os alunos do terceiro ano de uma Escola Cidadã Integral estão lidando com a evolução dos conceitos da Física, em especial as grandezas de tempo, espaço e massa. Para o participante, será oferecido uma oportunidade de conhecer essas grandezas dos dois pontos de vista que a Física traz consigo ao longo da sua evolução histórica. Para a Ciência, pretende-se contribuir com a literatura, oferecendo uma compreensão sobre as grandezas com as concepções dos estudantes presentes na sala de aula. E para a universidade pretende-se contribuir para a aproximação entre o ensino e a pesquisa. Fortifica-se ainda que os pesquisadores assumem o compromisso de sigilo de todas as informações obtidas e seu nome não será identificado em nenhum momento. Os dados serão guardados em local seguro e a divulgação dos resultados será feita de maneira que não permita a identificação de nenhum voluntário.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa de relevância social e acadêmica que irá contribuir para a literatura da Física.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos atendem às exigências do Sistema CEP/CONEP e , principalmente, toda orientação normativa da Res.CNS 510 de 07 de abril de 2016, postulada como balizador ético da

Endereço: Rua Sérgio Moreira de Figueiredo, s/n

Bairro: Casas Populares

CEP: 58.900-000

UF: PB

Município: CAJAZEIRAS

Telefone: (83)3532-2075

E-mail: cepcufcgcz@gmail.com

**UFCG - CENTRO DE
FORMAÇÃO DE
PROFESSORES - CAMPUS DE
CAJAZEIRAS DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE**



Continuação do Parecer: 5 715 506

pesquisa com seres humanos, conforme a 5a. JORNADA DO SISTEMA CEP/CONEP, em 22 de setembro de 2022 no formato online.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto de pesquisa TRANSIÇÃO DA FÍSICA CLÁSSICA PARA A FÍSICA MODERNA:

UMA ANÁLISE SOBRE AS GRANDEZAS DE TEMPO, ESPAÇO E MASSA NO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO EM BONITO DE SANTA FÉ/PB., número 63990522.9.0000.5575 e sob responsabilidade de JOAO MARIA DA SILVA atende aos preceitos éticos recomendados para trabalhos que envolvem seres humanos e, portanto, somos favoráveis à sua APROVAÇÃO.

Considerações Finais a critério do CEP:

Solicitamos que o relatório do presente projeto de pesquisa seja enviado a este CEP em um prazo máximo de seis meses a contar da sua data de aprovação.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2024190.pdf	05/10/2022 16:01:24		Aceito
Outros	Anuencia.pdf	05/10/2022 15:59:39	WALIFF ARRUDA FERREIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoPesquisa.pdf	05/10/2022 15:58:38	WALIFF ARRUDA FERREIRA	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	05/10/2022 15:57:50	WALIFF ARRUDA FERREIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.pdf	05/10/2022 15:57:41	WALIFF ARRUDA FERREIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	05/10/2022 15:57:33	WALIFF ARRUDA FERREIRA	Aceito
Outros	Resultado.pdf	28/09/2022 20:44:56	WALIFF ARRUDA FERREIRA	Aceito
Outros	Compromisso.pdf	28/09/2022 20:42:52	WALIFF ARRUDA FERREIRA	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	28/09/2022 20:41:05	WALIFF ARRUDA FERREIRA	Aceito

Endereço: Rua Sérgio Moreira de Figueiredo, s/n

Bairro: Casas Populares

CEP: 58.900-000

UF: PB

Município: CAJAZEIRAS

Telefone: (83)3532-2075

E-mail: cepcufcgcz@gmail.com

UFCG - CENTRO DE
FORMAÇÃO DE
PROFESSORES - CAMPUS DE
CAJAZEIRAS DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE



Continuação do Parecer: 5.715.328

Folha de Rosto	FolhaRosto.pdf	28/09/2022 20:36:54	WALIFF ARRUDA FERREIRA	Aceito
----------------	----------------	------------------------	---------------------------	--------

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CAJAZEIRAS, 21 de Outubro de 2022

Assinado por:
Paulo Roberto de Medeiros
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Sérgio Moreira de Figueiredo, s/n
Bairro: Casas Populares **CEP:** 58.300-000
UF: PB **Município:** CAJAZEIRAS
Telefone: (81)3532-2075 **E-mail:** csep@pedagogia@gmail.com