



Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
Sociedade Brasileira de Física
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

Marlon Rafael Jordão Viana dos Santos

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA A PARTIR DE MAPA CONCEITUAL SOBRE
TEMPO COM UTILIZAÇÃO DE ESTUDOS DE CASO E *PEER*
*INSTRUCTION***

Campos dos Goytacazes/RJ
2024/2

Marlon Rafael Jordão Viana dos Santos

SEQUÊNCIA DIDÁTICA A PARTIR DE MAPA CONCEITUAL SOBRE TEMPO COM
UTILIZAÇÃO DE ESTUDOS DE CASO E *PEER INSTRUCTION*

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Wander Gomes Ney

Biblioteca Anton Dakitsch
CIP - Catalogação na Publicação

S349s

Santos, Marlon Rafael Jordão Viana dos
SEQUÊNCIA DIDÁTICA A PARTIR DE MAPA CONCEITUAL
SOBRE TEMPO COM UTILIZAÇÃO DE ESTUDOS DE CASO E PEER
INSTRUCTION / Marlon Rafael Jordão Viana dos Santos - 2024.
235 f.: il. color.

Orientador: Wander Gomes Ney

Dissertação (mestrado) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia Fluminense, Campus Campos Centro, Curso de Mestrado
Nacional Profissional em Ensino de Física, Campos dos Goytacazes, RJ,
2024.

Referências: f. 149 a 154.

1. Tempo. 2. Diferenciação progressiva. 3. Estudo de Caso. 4. Peer
Instruction. I. Ney, Wander Gomes, orient. II. Título.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA A PARTIR DE MAPA CONCEITUAL SOBRE TEMPO COM
UTILIZAÇÃO DE ESTUDOS DE CASO E *PEER INSTRUCTION*

Marlon Rafael Jordão Viana dos Santos

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 02 de setembro de 2024.

Banca Examinadora:

Dr. Roberto da Trindade Faria Júnior
UENF

Dra. Renata Lacerda Caldas
IFFluminense

Dr. Pierre Schwartz Augé
IFFluminense

Dr. Wander Gomes Ney
Presidente e Orientador da Banca Examinadora
IFFluminense

Campos dos Goytacazes/RJ
2024/2

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha esposa, cuja companhia, compreensão e amor me acompanharam em cada etapa desta jornada.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, pela fé que me sustenta e pela perseverança que me capacita a superar os desafios.

A minha esposa, pelo amor e apoio inabaláveis em cada etapa da minha vida.

À minha mãe e à minha sogra, pelo amor e força que sempre me inspiraram a seguir em frente.

Ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) e ao Instituto Federal Fluminense (IFFluminense), por suas contribuições para o meu desenvolvimento acadêmico, proporcionando conhecimento, recursos e oportunidades que foram importantes para a minha formação e crescimento profissional.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Aos professores Renata Caldas, Pierre Schwartz, Cristine Nunes, Vantelfo Nunes e Cassiana Hygino, cuja orientação, apoio e dedicação foram importantes para a conclusão do curso. Sou grato pelas condições que estabeleceram e pelo suporte que me proporcionaram ao longo desta jornada acadêmica. Meu reconhecimento e agradecimento ao professor Wander Gomes Ney, por sua orientação, apoio e confiança em meu trabalho, auxiliando de maneira fundamental na conclusão desta pesquisa.

A todos os meus amigos, que com seu carinho, risos e palavras de encorajamento suavizaram minha trajetória, em especial aos alunos da turma MNPEF 2022/1 (Eliana, Karen, Manuelli, Márcio e Pablo).

Mais uma vez, agradeço de todo coração por todo o apoio e orientação que tornaram esta conquista possível.

RESUMO

SEQUÊNCIA DIDÁTICA A PARTIR DE MAPA CONCEITUAL SOBRE TEMPO COM UTILIZAÇÃO DE ESTUDOS DE CASO E *PEER INSTRUCTION*

Marlon Rafael Jordão Viana dos Santos

Wander Gomes Ney

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

No ensino de Física é comum ensinar iniciando com conceitos mais específicos até abordar conceitos mais gerais. No entanto, de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel, conceitos mais gerais tendem a estar mais relacionados ao conhecimento científico. Considerando esta questão, esta dissertação apresentou e analisou uma sequência didática desenvolvida tendo o tempo como conceito mais geral e usou a diferenciação progressiva da TAS para abordar outros conceitos relacionados à Física. Isso é feito a partir da utilização de um mapa conceitual sobre tempo que guia a ordem de abordagem dos conceitos na sequência didática. A proposta é voltada para alunos do ensino médio e utiliza o Estudo de Caso como método de ensino e a *Peer Instruction (PI)* como um recurso didático, que se baseia na teoria de aprendizagem sociointeracionista de Vygotsky. A organização da sequência parte do mapa conceitual e utiliza casos criados que buscam conceituar o que é o tempo ao longo da história, e progressivamente relacioná-lo a temas mais específicos como: medidas de tempo, calendários e relógios, cinemática com funções horárias relacionando movimento e tempo, dilatação do tempo nas Teorias da Relatividade Especial e a flecha do tempo pela 2ª Lei da Termodinâmica. A abordagem também assume uma visão filosófica dos conceitos estudados nos currículos de Física. A sequência utilizou questões conceituais aplicadas com o método *PI*, com foco na interação entre os alunos. A pesquisa é qualitativa, consistindo em um estudo de caso descritivo onde tem como sujeitos alunos do ensino médio de Cachoeiro de Itapemirim - ES. Para a coleta de dados da pesquisa foram utilizados instrumentos como questões do Estudo de Caso, atividades de sala de aula, atividades de *PI* e entrevistas com os alunos. Os resultados foram analisados por meio da comparação com o referencial teórico onde as teorias dialogam com os dados. Com base na análise dos resultados, conclui-se que a sequência didática obteve êxito, refletindo resultados positivos e apresentando indícios da ocorrência da aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Tempo. Diferenciação progressiva. Estudo de Caso. *Peer Instruction*

ABSTRACT

DIDACTIC SEQUENCE FROM A CONCEPT MAP ABOUT TIME WITH THE USE OF CASE STUDIES AND PEER INSTRUCTION

Marlon Rafael Jordão Viana dos Santos

Wander Ney Gomes

Master's Thesis presented to the Postgraduate Program of the Federal Institute of Education, Science and Technology Fluminense, in the Professional Master's Course in Physics Teaching (MNPEF), as part of the requirements necessary to obtain the title of Master in Physics Teaching.

In Physics teaching, it is common to teach by starting with more specific concepts and then approaching more general concepts. However, according to Ausubel's Meaningful Learning Theory (MLT), more general concepts tend to be more related to scientific knowledge. Considering this issue, this dissertation presented and analyzed a didactic sequence developed with time as the most general concept and used the progressive differentiation of MLT to address other concepts related to Physics. This is done by using a conceptual map about time that guides the order in which concepts are addressed in the didactic sequence. The proposal is aimed at high school students and uses Case Study as a teaching method and Peer Instruction (PI) as a didactic resource, which is based on Vygotsky's theory of socio-interactionist learning. The organization of the sequence starts from the conceptual map and uses created cases that seek to conceptualize what time is throughout history, and progressively relate it to more specific themes such as: time measurements, calendars and clocks, kinematics with hourly functions relating movement and time, time dilation in Special Relativity Theories and the arrow of time by the 2nd Law of Thermodynamics. The approach also takes a philosophical view of the concepts studied in Physics curricula. The sequence used conceptual questions applied with the PI method, focusing on interaction between students. The research is qualitative, consisting of a descriptive case study where the subjects are high school students from Cachoeiro de Itapemirim - ES. To collect research data, instruments such as Case Study questions, classroom activities, PI activities and interviews with students were used. The results were analyzed by comparing them with the theoretical framework where the theories interact with the data. Based on the analysis of the results, it is concluded that the didactic sequence was successful, reflecting positive results and presenting evidence of the occurrence of significant learning.

Keywords: Time. Progressive differentiation. Case study. Peer Instruction

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Mapa conceitual abordando o tempo.....	27
Figura 02: Relação entre as ZD.....	31
Figura 03: Características presentes no EC.....	38
Figura 04: (a) Exemplo de cartão resposta (flashcard). (b) Sistema remoto de resposta (clickers) e receptor de radiofrequência USB.....	39
Figura 05: Diagrama do processo de implementação do método <i>PI</i> , etapa conhecida como ConcepTest.....	40
Figura 06: Dois referenciais inerciais: o referencial S' está se movendo com velocidade v em relação ao referencial S.....	50
Figura 07: Mapa Conceitual da Etapa 1.....	80
Figura 08: Definição de tempo de um aluno da 1ª série.....	82
Figura 09: Definição de tempo de um aluno da 1ª série.....	82
Figura 10: Resposta a questão do Estudo de Caso I de um aluno da 1ª série.....	85
Figura 11: Resposta a questão 3 do Questionário I de uma aluna da 1ª série.....	89
Figura 12: Resposta a questão 5 do Questionário I de uma aluna da 1ª série.....	90
Figura 13: Alunos participando do questionário de <i>PI I</i>	92
Figura 14: Mapa Conceitual da Etapa 2.....	98
Figura 15: Resposta de um aluno da 1ª série sobre como Newton acreditava ser o Tempo...	99
Figura 16: Resposta a questão do Estudo de Caso II de um aluno da 1ª série.....	103
Figura 17: Resposta a questão 2.a do Questionário II de uma aluna da 1ª série.....	107
Figura 18: Resposta a questão 2.c do Questionário II de um aluno da 1ª série.....	107
Figura 19: Resposta a questão 3 do Questionário II de uma aluna da 1ª série.....	108
Figura 20: Resposta a questão 4 do Questionário II de uma aluna da 1ª série.....	110
Figura 21: Resposta a questão 4 do Questionário II de um aluno da 1ª série.....	111
Figura 22: Resposta a questão 5 do Questionário II de um aluno da 1ª série.....	113
Figura 23: Resposta a questão 8 do Questionário II de uma aluna da 1ª série.....	116
Figura 24: Resposta a questão 8 do Questionário II de uma aluna da 1ª série.....	117
Figura 25: Resposta a questão 8 do Questionário II de uma aluna da 1ª série.....	117
Figura 26: Alunos participando do questionário de <i>PI II</i>	118
Figura 27: Mapa Conceitual da Etapa 3.....	124
Figura 28: – Resposta de uma aluna da 1ª série sobre Einstein e a ideia de “tempo absoluto”.....	125

Figura 29: Resposta a questão do Estudo de Caso III de uma aluna da 1ª série	130
Figura 30: Resposta da Pergunta 3 de um aluno da 1ª série.....	133
Figura 31: Resposta da Pergunta 3 de um aluno da 1ª série.....	135
Figura 32 – Diálogo dos estudos realizados e guiados pelo Mapa Conceitual	142

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Dissertações encontradas no MNPEF de Estudo de Caso	41
Quadro 02: Dissertações selecionadas no MNPEF de <i>PI</i>	42
Quadro 03: Dissertações encontradas no MNPEF de Tempo.....	43
Quadro 04: Trabalhos selecionados no BDTD com o Estudo de Caso	44
Quadro 05: Trabalhos selecionados no BDTD com o <i>PI</i>	45
Quadro 06: Trabalhos selecionados no BDTD com o Tempo	46
Quadro 07: Orientações presentes no Currículo do Espírito Santo 2022	60
Quadro 08: Questões da entrevista	63
Quadro 09: Orçamento.....	69
Quadro 10: Organizador das etapas e momentos a serem seguidos pelo professor.....	71
Quadro 11: 1ª Etapa da sequência didática	76
Quadro 12: 2ª Etapa da sequência didática	77
Quadro 13: 3ª Etapa da sequência didática	78
Quadro 14: 4ª Etapa da sequência didática	79
Quadro 15: Respostas obtidas no Atividade <i>PI I</i>	96
Quadro 16: Respostas obtidas no Atividade <i>PI II</i>	121
Quadro 17: Respostas obtidas no Atividade <i>PI III</i>	140

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Gráfico dos resultados do Atividade de <i>PI I</i>	97
Gráfico 02: Gráfico dos resultados do Atividade de <i>PI II</i>	122
Gráfico 03: Gráfico dos resultados do Atividade de <i>PI III</i>	140

LISTA DE SIGLAS

ABP – Aprendizagem Baseada em Problemas

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CP – Conhecimentos Prévios

EC – Estudo de Caso

MEC – Ministério da Educação

PBL – Problem Based Learning

PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PI – *Peer Instruction*

TAS – Teoria da Aprendizagem Significativa

TRE – Teoria da Relatividade Especial

TRG – Teoria da Relatividade Geral

ZD – Zona de Desenvolvimento

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 Uma Breve História sobre a Vida de Ausubel.....	19
2.2 A Aprendizagem Significativa de David Ausubel	21
2.3 Mapas Conceituais.....	25
2.4 Vygotsky: principais ideias e a teoria sociointeracionista	28
2.5 Metodologia Ativa.....	32
2.6 Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)/ Problem Based Learning (PBL)	34
2.7 Estudo de Caso como Metodologia Ativa	35
2.8 <i>Peer Instruction (PI)</i> ou Instruções por Colegas (IpC)	38
2.9 Revisão Bibliográfica	41
2.10 O Conceito de Tempo	47
2.10.1 TEMPO DE HERÁCLITO E PARMÊNIDES (FILÓSOFOS, SÉCULO V A.C) .	47
2.10.2 TEMPO DE GALILEU (1564-1642).....	48
2.10.3 O TEMPO DE NEWTON (1642-1727)	50
2.10.4 O TEMPO DE GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ (1646-1716).....	52
2.10.5 O TEMPO DE ERNEST MACH (1838-1916)	53
2.10.6 O TEMPO DE ALBERT EINSTEIN (1879-1955).....	53
2.10.7 A IRREVERSIBILIDADE DO TEMPO	56
2.10.8 O TEMPO HOJE.....	56
2.11 O Ensino	59
2.12 O Material Didático	69
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	58
3.1 A Pesquisa Qualitativa	58
3.2 Técnica de Análise do Conteúdo	59
3.3 Os Instrumentos	62
3.4 Os Participantes da Pesquisa.....	64
3.5 Riscos e Benefícios	65
3.6 Critérios de Suspensão da Pesquisa	66
3.7 Informações sobre os Resultados	67
3.8 Orçamento.....	68
3.9 Breve descrição	69
4 DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	73

4.1 Primeiras Considerações	73
4.2 Roteiro do Produto	74
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES DA APLICAÇÃO DO PRODUTO	80
5.1 Etapa 1.....	80
5.1.1 1º MOMENTO – APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO 1 C.P. E EC I.....	81
5.1.1.1 Estudo de Caso I.....	85
5.1.2 2º MOMENTO – AULA EXPOSITIVA E DIALOGADA E QUESTIONÁRIO I.	87
5.1.3 3º MOMENTO – QUESTIONÁRIO <i>PI</i> I E PERGUNTA-CHAVE DO EC I	92
5.2 Etapa 2.....	97
5.2.1 4º MOMENTO– APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO 2 C.P. E EC II.....	99
5.2.1.1 Estudo de Caso II	102
5.2.2 5º MOMENTO - AULA EXPOSITIVA E DIALOGADA E QUESTIONÁRIO II	
.....	104
5.2.3 6º MOMENTO QUESTIONÁRIO <i>PI</i> II E PERGUNTA-CHAVE DO EC II	117
5.3 Etapa 3.....	123
5.3.1 7º MOMENTO – APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO 3 C.P. E EC III	125
5.3.1.1 Estudo de Caso III.....	129
5.3.2 8º MOMENTO - AULA EXPOSITIVA E DIALOGADA E QUESTIONÁRIO III	
.....	131
5.3.3 9º MOMENTO QUESTIONÁRIO <i>PI</i> III E PERGUNTA-CHAVE DO EC III	136
5.4 Etapa 4.....	141
5.4.1 10º MOMENTO – revisão realizada pelo professor a partir do organizador	
explicativo (Mapa Conceitual), Discussão e Explicação pelos estudantes.....	141
5.5 Aplicação da Entrevista	142
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	146
REFERÊNCIAS	149
APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL	155
ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA.....	227

1 INTRODUÇÃO

Muitos estudantes têm dificuldades em relacionar as atividades dispostas nas aulas de Física com situações da vida real, devido às limitações em realizar abstrações durante as explicações realizadas pelos professores. Muitos fenômenos estudados em Física têm suas complexidades e, para alguns estudantes, torna-se difícil suportar o fato de que esses se apresentam de forma abstrata e, de certo modo, não obedecendo suas intuições (Fiolhais; Trindade, 2003).

Pozo (2002), menciona que as características culturais pertencentes a uma sociedade determinam quais métodos e formas de aprendizagem são importantes para que se aprenda, assim como o que é substantivo aprender. Para o autor, as características genéticas não são as únicas definidoras da aprendizagem alcançada, mas apresenta como principal as características sociais das quais os indivíduos participam.

A questão das dinâmicas envolvendo fenômenos naturais estudam mudanças nos sistemas físicos relacionadas com o passar do tempo. As relações causais do que aconteceu no passado ou que acontece no presente e de como vai relacionar com o futuro costumam estar presentes em questões culturais. Dessa forma, muitos questionamentos filosóficos podem surgir dessa questão: Seria o tempo um marcador que atravessou o passado, está no presente e chegará ao futuro? Tal grandeza nos revela como absoluta ou relativa? Como que o tempo poderia ser associado a períodos sem um relógio? Seria o tempo uma quarta dimensão que atua juntamente com as três dimensões espaciais? Poderia ser o tempo uma grandeza associada a Segunda Lei da Termodinâmica enunciando que em sistemas isolados os fenômenos ocorrem no sentido de aumentar a entropia? Afinal, o que é tempo?

Diante dessas indagações o presente trabalho buscou propor uma estratégia didática diferenciada a partir do tempo como um conceito mais geral na Física e utilizando da diferenciação progressiva para relacionar aos estudos de conceitos mais específicos. Dessa forma, abordou-se esse tema em sala de aula complementando o ensino habitual e buscando contribuir para aprendizagem de importantes conteúdos em Física.

O Currículo da Secretaria de Estado de Educação do Espírito Santo (Espírito Santo, 2020) é um documento no qual se encontram diversos conteúdos de Física. Ele é utilizado como parâmetro e referência para todas as escolas da rede. Além dos conteúdos, ele também traz muitas habilidades e competências que precisam estar presentes nas aulas e nos planos do curso. Esse documento é importante na medida em que traz orientações objetivas e claras de

pressupostos que precisam estar no processo de ensino e aprendizagem em todas as disciplinas, anos e bimestres.

A partir disso o processo de ensino e aprendizagem pode contar com parâmetros básicos a todos, competências essenciais que se alinham com as necessidades de ensino atual que também estão identificadas nas legislações como Diretrizes e Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 2002), mas também consta nas matrizes que são utilizadas como referencial em exames estaduais e nacionais. É importante salientar que também são consideradas as disposições e compreensões mais atuais das teorias científicas de cada área da Educação e do saber, além de ser também colocado em foco a realidade e necessidades que os professores encontram diariamente no exercício de seu trabalho. Sendo assim, o Currículo se propõe a nortear o processo de ensino e aprendizagem, na medida em que oferece um ponto inicial que será importante para a realização de suas funções, mas que também precisa ser preenchido a partir das vivências e realidades de cada professor, cada escola e suas peculiaridades.

Muito se tem pensado e escrito sobre os recursos didáticos que se podem utilizar para buscar melhorias nas técnicas de ensino e de aprendizagem em sala de aula. Um dos recursos didáticos utilizados foi o *Peer Instruction (PI)*, também conhecida como Instrução por Pares ou Instrução pelos Colegas (IpC), que promove a interatividade entre os participantes e coloca o aluno em uma posição em que ele também é responsável pela aprendizagem adquirida. E, se tratando de aprendizagem, ele se torna corresponsável nesse processo, o que caracteriza uma aprendizagem ativa (Mazur, 1997). Essa estratégia, que foi criada na década de 90 pelo professor Eric Mazur da Universidade de Harvard, foi amplamente utilizada nos cursos universitários de Física, promovendo compreensão crítica e uma aprendizagem ativa dos temas propostos nas aulas.

Com o *PI*, muitas pesquisas e trabalhos de Física demonstraram resultados positivos e melhores em nível de desempenho e capacidade de resolução de problemas pelos alunos. Questões enfrentadas por alunos do nível superior e médio obtiveram melhorias ao incorporarem em sua forma de aprendizado a IpC (Crouch; Mazur, 2001; Cummings; Roberts, 2008; Fagen; Crouch; Mazur, 2002; Hake, 1998; Lasry; Mazur; Watkins, 2008).

Quanto ao método de ensino Estudo de Caso, que está relacionado ao *Problem Based Learning* (Aprendizagem Baseada em Problemas), são abordagens ativas, na qual a primeira se originou da segunda e ambas possuem suas bases na problematização. O método de ensino Estudo de Caso possui como característica uma abordagem interativa (Feagin; Orum; Sjoberg, 1991).

A partir desse momento, será adotado a sigla “EC” para referir-se ao Estudo de Caso como método de ensino, e “Estudo de Caso” como metodologia de pesquisa qualitativa. Essa medida tem como objetivo padronizar a nomenclatura utilizada, com a finalidade de evitar possíveis confusões ou ambiguidades na comunicação.

Dessa maneira utilizou-se o EC e o *Peer Instruction*, onde o primeiro gerou as discussões no início das etapas do processo e os estudantes foram estimulados a fornecer uma explicação, com linguagens diferentes da utilizada pelo professor, o que compreenderam através de seus próprios argumentos. Enquanto que a utilização do *Peer Instruction*, permitiu verificar e analisar, por meio de perguntas, o entendimento dos conceitos pelos estudantes, assim como possibilitou uma nova interação entre eles. Dessa forma, discutiu-se pontos importantes que os fizeram entender o conteúdo e que podem ser os mesmos que farão outros estudantes assimilarem os conceitos estudados, e nesse momento percebe-se a ligação entre a Teoria de Vygotsky e a Instrução por Colegas.

A presente pesquisa se justifica diante do contexto do ensino de Física por ser prática comum ministrar aulas começando por conceitos mais específicos até alcançar conceitos mais gerais, opondo-se a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) proposta por Ausubel, assim, onde conceitos mais gerais tendem a possuir uma maior conexão com os conhecimentos científicos dos discentes. Além da Sequência Didática se justificar mediante a imperativa demanda por práticas docentes que se empenhem em fomentar o crescimento intelectual dos estudantes por meio de uma busca constante pelo saber. Dessa maneira, estabelece-se circunstâncias que propiciem o estímulo à curiosidade e ao engajamento dos discentes. A opção por estudantes que frequentam a primeira série do nível médio decorre do fato de eles ainda não terem passado por uma exploração aprofundada dos temas que foram abordados, não possuírem familiaridade com os conceitos e, portanto, não interferirem nos resultados da pesquisa.

A proposta didática desta pesquisa utilizou o método de ensino EC e como recurso didático o *Peer Instruction* de forma a contribuir na aprendizagem de estudantes do ensino médio sobre conceitos fundamentais de uma abordagem conceitual sobre como o Tempo é estudado nos conteúdos de Física do Ensino Médio.

A partir dessa narrativa, o objeto de investigação dessa pesquisa foi o seguinte: **Como uma proposta didática, a partir da diferenciação progressiva do tempo com utilização de ECs e *Peer Instruction*, pode contribuir para a aprendizagem de temas relativos ao conceito do Tempo?**

Para oferecer respostas às questões colocadas foi necessário designar um objetivo geral em relação ao estudo, que foi: verificar como a diferenciação progressiva, apoiadas em

atividades que utilizam ECs e *Peer Instruction*, pode contribuir com a aprendizagem dos conceitos relacionados ao Tempo dentro das perspectivas trabalhadas no ensino médio.

Levando em conta a estrutura da pesquisa, infere-se os objetivos específicos a partir do objetivo geral: realizar uma revisão de literatura sobre, TAS, teoria sociointeracionista, métodos ativos, EC, *Peer Instruction*, e o tempo no ensino de Física; elaborar três ECs para constituir a proposta didática e que possibilite ao professor ministrar conteúdos de Física relacionados ao tempo na Física do Ensino Médio; aplicar a proposta didática em uma turma do 1ª série do Ensino Médio; identificar e analisar como a proposta didática apresentada pode contribuir para o entendimento de temas relacionados ao tempo no Ensino Médio; apresentar a proposta didática como um produto educacional a ser utilizado pelos professores e alunos, com o intuito de que seja aplicada em seus contextos educacionais.

Na elaboração do capítulo 2, busca-se apresentar as principais ideias que estabelece relação do método *Peer Instruction*, criado pelo professor Eric Mazur da Universidade de Harvard, com a Teoria Sociointeracionista de Vygotsky e a Teoria da aprendizagem de Ausubel, permitindo relacionar a estratégia do produto com teorias da aprendizagem que permitam que os estudantes alcancem sucesso no desenvolvimento de seus conhecimentos.

Durante o capítulo 3 ocorre a descrição da metodologia da pesquisa, explicitando a forma como foi desenvolvida, trazendo esclarecimentos sobre o tipo de pesquisa, cenário de aplicação das atividades, assim como a definição dos sujeitos participantes e dos instrumentos utilizados.

No capítulo 4 descreve-se o produto educacional construído durante a pesquisa da dissertação, sendo o produto todo disponibilizado no Apêndice A deste trabalho. Nesta etapa são apresentados os detalhes do produto, instruções de uso, cuidados referentes a aplicação, assim como informações que auxiliarão o professor e seus alunos usufruírem na sala de aula deste material da melhor forma.

No capítulo 5 são apresentados os resultados e discussões provenientes da implementação do produto educacional desenvolvido. Este capítulo detalha como o produto foi aplicado na prática, destacando os efeitos observados e os resultados obtidos durante o processo.

No capítulo 6 são elaboradas as conclusões derivadas deste trabalho. Este último capítulo destaca as descobertas mais significativas, discute suas implicações.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta etapa são apresentados os fundamentos teóricos pelo qual permite a sustentação deste trabalho, assim como as justificativas que foram embasadas e que possibilitou a estruturação da dissertação e do produto final.

2.1 Uma Breve História sobre a Vida de Ausubel

David Paul Ausubel foi um teórico americano da educação, nasceu em 25 de outubro de 1918 no Brooklyn, em Nova Iorque. Foi Filho de Herman e Lillian Ausubel e irmão mais velho de Hillel e Jean. Sua família participou do movimento de migração que aconteceu entre 1905-1914, onde cerca de 700 mil judeus deixaram suas terras de origem e partiram em direção aos Estados Unidos da América (EUA). Em 1943, casou-se com Pearl Leibowitz e dessa união resultaram os filhos Fred e Laura (Puhl; Müller; De Lima, 2020).

Os tratamentos recebidos na escola também ficaram gravados na memória da infância, onde os estudantes judeus eram reprimidos e castigados com práticas abusivas e violentas que consistiam em punir quem falasse palavrão esfregando sua boca com sabão de lixívia, castigava-se deixando o aluno em pé em algum canto, outra forma de penalização estava relacionada a lei judaica, onde entende-se que a ingestão de carne de porco é crime e os alunos eram obrigados a consumir o alimento com o intuito de serem reprimidos (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980).

Ausubel estudou psicologia pela *University of Pennsylvania*, onde recebeu seu bacharelado em 1939, continuou seus estudos e formou-se em medicina, área em que trabalhou como cirurgião assistente e atuou como residente de Psiquiatria no Serviço de Saúde Pública. Após a Segunda Guerra Mundial, na Alemanha, realizou tratamentos médicos com pessoas deslocadas. Completou três programas de residências psiquiátricas, a primeira em E.U. Serviço de Saúde Pública, localizada em Kentucky, a segunda no Centro Psiquiátrico de Buffalo e a última no Centro Psiquiátrico do Bronx (Distler, 2015).

Gi Bill foi quem apoiou Ausubel na obtenção de seu PhD em Psicologia do Desenvolvimento pela Universidade de Columbia, Nova Iorque, em 1943. Tornou-se professor e ao longo de sua carreira atuou em diversas instituições, incluindo a *University of Illinois*, *University of Toronto*, quanto sua atuação nas universidades européias pode-se destacar, em Berna, a *Salesian University at Rome*, e a *Officer's Training College* em Munique (Distler, 2015).

Distler (2015), lista algumas das publicações mais notáveis de Ausubel, as quais incluem: *Theory and Problems of Adolescent Development* (1954,1977), *The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. Journal of Educational Psychology*, 51, 267-272 (1960), *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York: Grune & Stratton (1963), *School Learning School Learning* (1969/1969), *In defense of advance organizers: A reply to the critics. Review of Educational Research*, 48, 251-257 (1978), *Educational Psychology: A Cognitive View* (2nd Ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston. 685p. (1978) (Distler, 2015).

Ao longo de sua carreira acadêmica, David P. Ausubel, publicou extensivamente, completando mais de 150 artigos em revistas de psicologia e psiquiatria, contribuindo de forma notável nessas áreas e servindo de base para novas pesquisas. Sua aposentadoria na vida acadêmica ocorreu em 1994, quando estava com 76 anos de idade, onde passou a dedicar-se aos seus escritos. Em 9 de julho de 2008, Ausubel faleceu, mas não deixou de inspirar educadores que fundamentados em sua TAS procuram estabelecer um aprendizado mais duradouro (Distler, 2015).

Ausubel foi criticado por intelectuais por não considerar em suas teorias outras dimensões da aprendizagem, como aspectos afetivos, emocional e social. Apesar de suas teorias possuírem em sua essência os conceitos dos aspectos cognitivos e acreditar que uma aprendizagem profunda e duradoura está relacionada aos conhecimentos existentes do aluno, é seu amigo Novak que traz essa valorização humanista e a inclusão dos aspectos afetivos, “A aprendizagem significativa subjaz à integração construtiva entre pensamento, sentimento e ação que conduz ao engrandecimento humano” (Moreira, 2000, p. 43).

A corrente cognitivista enfatiza o processo de cognição, através do qual a pessoa atribui significados à realidade em que se encontra. Preocupa-se com o processo de compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvido na cognição e procura regularidades nesse processo mental. Nessa corrente, situam-se autores como Brunner, Piaget, Ausubel, Novak e Kelly. Alguns deles são construtivistas com ênfase na cognição (Brunner, Piaget, Ausubel e Novak), ou enfatizam o afetivo (como Kelly e Rogers) (Cavalcanti; Ostermann, 2010, p. 31).

Percebe-se que as pesquisas de Ausubel tomam como base a epistemologia genética de seu mentor Jean Piaget. Ao relacionar as pesquisas, percebe-se que ambos autores acreditam na aprendizagem por descoberta, contudo Ausubel volta-se mais para a aprendizagem sistematizada e enfatiza a abordagem expositiva levando em consideração um contexto prático do ensino (Distler, 2015).

No Brasil, as propostas de Ausubel são apresentadas da seguinte forma:

As ideias de Ausubel foram introduzidas no Brasil no início da década de 1970 pelo Prof. Joel Martins, quando este começou a ministrar cursos de Pós-Graduação na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) baseados nas ideias do pesquisador norte americano. Em 1975, Ausubel esteve no Brasil e coordenou um Seminário Avançado, na (PUC-SP), que reuniu 25 pesquisadores de todo o Brasil. (Puhl; Muller; De Lima, 2020, p. 66).

2.2 A Aprendizagem Significativa de David Ausubel

Esta seção aborda a TAS de David Ausubel, a qual mostra a importância da diferenciação progressiva que dá base à sequência didática utilizada nesta pesquisa. Para Moreira (2016), um princípio essencial da psicologia educacional e que mais influencia no processo de aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. É necessário investigar a respeito desse conhecimento prévio e na sequência iniciar o método de ensino,

Moreira (1999), afirma que é possível que se divida o processo de aprendizagem em três aspectos: o cognitivo, o afetivo e o psicomotor. Em relação ao aspecto cognitivo pode-se dizer que consiste no ato de armazenar de forma sistematizada as informações e conteúdo. O aspecto da aprendizagem afetiva se relaciona com sentimentos e sensações, como alegria, ansiedade, prazer, ou até mesmo dor e infelicidade. E por fim há a aprendizagem psicomotora que se vincula especificamente com as respostas musculares estimuladas através da prática. Os três aspectos da aprendizagem podem acontecer conjuntamente, por exemplo, através de experiências cognitivas é possível que se experiencie certas vivências afetivas.

Segundo Ausubel, para o aluno o conteúdo se torna significante caso ele consiga vincular o aprendizado de um conceito novo a algum outro conceito já adquirido anteriormente em seu arcabouço cognitivo. Sendo assim, esse novo conteúdo acaba por se anexar em sua estrutura cognitiva tornando-se um conceito duradouro que irá fazer conexão com outras representações de conceitos e analogias (Moreira, 2012).

A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação é adquirida através do esforço deliberado por parte do aluno de relacionar a nova informação com os conceitos ou proposições relevantes preexistentes na estrutura cognitiva. As condições necessárias para a aprendizagem significativa de informação dependem do material de aprendizagem potencialmente significativo e uma predisposição para a aprendizagem significativa (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980, p. 133).

Porém, é necessário salientar que para que a aprendizagem seja realmente significativa essa associação entre um novo conceito e o pré-existente na estrutura cognitiva do estudante não se dá apenas por um simples ligamento a um novo conteúdo, mas sim através da incorporação em seu arcabouço cognitivo que pode fazer até mesmo com que conceitos que já

existiam ali sejam modificados. Portanto, o novo conteúdo traz evolução ao aprendizado do aluno.

Segundo explica Ausubel, quando um novo conceito faz conexão com uma informação previamente conhecida pelo sujeito ocorre a aprendizagem significativa, é nessa relação entre uma nova ideia e uma estrutura de conhecimento específica que é definido o conceito subsunçor no aparelho cognitivo do indivíduo (Moreira, 1999).

Portanto, Moreira (2009) entende que um ‘subsunçor’ consiste em uma ideia, um conceito pré-existente na estrutura cognitiva do aluno que funcionará como uma fundação, uma base, um abrigo a uma nova informação que irá permitir que o aluno tenha condições de atribuir significado a esse conhecimento.

Para os autores “na aprendizagem significativa, o processo de obtenção de informações produz uma modificação tanto na nova informação como no aspecto especificamente relevante da estrutura cognitiva com a qual a nova informação estabelece relação” (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980, p.48).

A aprendizagem significativa caracteriza-se, pois, por uma interação (não uma simples associação), entre aspectos específicos e relevantes da estrutura cognitiva e as novas informações, através da qual estas adquirem significado e são integradas à estrutura cognitiva de maneira não arbitrária e não-literal, contribuindo para a diferenciação, elaboração e estabilidade dos subsunçores preexistentes e, conseqüentemente, da própria estrutura cognitiva (Moreira, 2016, p.08).

Segundo Moreira (1999), Ausubel propõe o uso de organizadores prévios para o auxílio da nova aprendizagem e, por conseguinte, alcançar-se o crescimento dos subsunçores, são chamados de organizadores prévios, os materiais que antecedem o material que será aprendido, chamados de “pontes cognitivas” comunicando o que o aluno sabe com o que ele deverá saber.

Como explica Moreira (1982) a fim de que o recém-adquirido conceito seja integrado à estrutura cognitiva e estabeleça relações com as demais estruturas pré-existentes no aprendiz, duas condições são necessárias:

- O conteúdo proposto precisa ser significativo para o aluno, deve criar conexão com sua estrutura cognitiva e assim sendo irá incorporar-se de forma substantiva e não arbitrária.
- O estudante deve possuir uma disposição para conectar o novo material de forma significativa e não aleatória à sua estrutura cognitiva existente.

De forma semelhante, como nos mostra Ausubel, Novak e Hanesian (1980), quando o material não possui potencial significativo de modo que não possibilita a relação com os subsunçores do aprendiz, assim, tanto o processo quanto o produto não serão significativos, não importando a disposição para a aprendizagem significativa.

Ausubel, Novak e Hanesian (1980) declaram que é possível salientar que o procedimento de aquisição de novos significados opera de forma individual, somente assim a aprendizagem significativa ocorre verdadeiramente, os alunos precisam estar dispostos, o material precisa ser relevante para as mais diversas estruturas cognitivas dos estudantes. Portanto, um conteúdo que tem um potencial significativo ainda assim depende de vivências educacionais anteriores e também de fatores como *QI*, idade e condições sociais.

Segundo Moreira (2009), para que a aprendizagem significativa seja possível, alguns subsunçores específicos precisam operar no aparelho cognitivo do aluno, isso irá permitir que aconteça uma relação significativa entre os subsunçores e as novas informações que serão aprendidas. Caso esses subsunçores não estejam disponíveis na estrutura cognitiva será necessária a utilização dos organizadores prévios, que servem como âncoras para os novos conhecimentos e que também facilitarão o desenvolvimento de conceitos subsunçores que auxiliarão na aprendizagem subsequente.

Dessa maneira, esclarece Moreira (2009), afirmando que os organizadores prévios são os materiais que antecedem o material da aprendizagem e são utilizados de forma introdutória com um nível maior, até mesmo que o próprio material, de abstração, generalidade e impulsividade.

Segundo Moreira, os organizadores prévios devem:

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

Moreira (2008) adverte que não se deve equivocar a respeito da teoria de Ausubel, a aprendizagem significativa, com os organizadores prévios, uma vez que estes são utilizados como estratégia para operar a estrutura cognitiva de maneira que seja favorecida a aprendizagem significativa.

Os organizadores prévios podem tanto fornecer “ideias âncora” relevantes para a aprendizagem significativa do novo material, quanto estabelecer relações entre ideias, proposições e conceitos já existentes na estrutura cognitiva e aqueles contidos no material de aprendizagem, ou seja, para explicitar a relacionabilidade entre os novos conhecimentos e aqueles que o aprendiz já tem mas não percebe que são relacionáveis aos novos (Moreira, 2008, p. 2).

Para Moreira (2008), as aulas e materiais deveriam ser pensadas de formas estratégicas pelos professores, fazendo uso de organizadores prévios que facilitem a aprendizagem

significativa do aprendiz de maneira que este tenha mais facilidade para comunicar e reter as informações apresentadas.

Os processos de diferenciação progressiva e a reconciliação integradora que se relacionam ao longo da aprendizagem significativa serão definidos. Quando um subsunçor é utilizado de forma contínua para atribuir um novo significado a ele, passa a ter novos significados concedidos a ele. Em outras palavras, ao apresentar uma nova informação a um conceito ou proposição, essa nova ideia incorpora-se no conceito ou proposição existente modificando-o, este processo de incorporação estimula a diferenciação progressiva do conceito ou proposição. A reconciliação integradora é a reorganização dos elementos que se encontram na estrutura cognitiva (Ausubel, Novak, Hanesian, 1980).

Diferenciação progressiva é o princípio programático segundo o qual as ideias mais gerais e inclusivas da matéria de ensino devem ser apresentadas desde o início da instrução e, progressivamente, diferenciadas em termos de detalhes e especificidade. Não se trata de um enfoque dedutivo, mas sim de uma abordagem na qual o que é mais relevante deve ser introduzido desde o início e, logo em seguida, trabalhado através de exemplos, situações, exercícios. As ideias gerais e inclusivas devem ser retomadas periodicamente favorecendo assim sua progressiva diferenciação. É um princípio compatível com a progressividade da aprendizagem significativa (Moreira, 2000, p. 5).

Para Ausubel, a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa podem ser implementadas mediante a utilização de organizadores prévios convenientes, assim como por meio do emprego de mapas conceituais (Moreira; Buchweitz, 1993).

Para Moreira (2000) a programação da matéria de ensino deve abranger tanto a diferenciação progressiva quanto a exploração das relações entre conceitos e proposições, destacando as diferenças e semelhanças e buscando reconciliar inconsistências reais. E essa é a essência da reconciliação integradora, que é um princípio programático que busca promover a aprendizagem significativa.

Outro processo que ocorre no curso da aprendizagem significativa é o estabelecimento de relações entre ideias, conceitos, proposições já estabelecidas na estrutura cognitiva, i.e., relações entre subsunçores. Elementos existentes na estrutura cognitiva com determinado grau de clareza, estabilidade e diferenciação são percebidos como relacionados, adquirem novos significados e levam a uma reorganização da estrutura cognitiva. É o que ocorreria, por exemplo, se o aluno tivesse conceitos de campo elétrico e magnético claros e estáveis na estrutura cognitiva, os percebesse intimamente relacionados e reorganizasse seus significados de modo a vê-los como manifestações de um conceito mais abrangente, o de campo eletromagnético. Essa recombinação de elementos, essa reorganização cognitiva, esse tipo de relação significativa, é referido como reconciliação integrativa (Moreira, 2012, p.6).

A sequência de atividades objetivou agregar a Teoria da Aprendizagem Significativa, juntamente com a Teoria Sociointeracionista de Vygotsky, e as atividades pensadas pelo professor como recurso essencial no processo de aprendizagem.

2.3 Mapas Conceituais

Os mapas conceituais possuem a característica de representar os conceitos de maneira hierárquica, esses conceitos são regularmente expressos em círculos ou retângulos, interligando-se por uma linha que segue a ordem dos conceitos mais inclusivos e gerais que se encontram no topo para os mais específicos, ocupando a parte abaixo do mapa, seguindo a hierarquização dos conceitos, dessa maneira, descreve-se o mapa conceitual como uma ferramenta gráfica que relaciona os conceitos e ideias estudados representando o conhecimento (Moreira, 2012).

A utilização dos mapas conceituais relaciona-se com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, Segundo Moreira (2012), tais ferramentas podem estar presentes durante todo o processo da aprendizagem significativa.

Para Moreira (2012) quando um novo conteúdo é assimilado e interage com um conhecimento já existente e ambos se modificam e passa-se a chamar de aprendizagem significativa. Nesse tipo de aprendizagem é possível atribuir significados, esses geralmente possuem componentes pessoais, portanto, uma aprendizagem em que não há atribuições de significantes pessoais e na qual também não se relaciona com um conteúdo já existente, se torna uma aprendizagem mecânica e não significativa.

Moreira (2012) afirma que não há um único modelo de mapa conceitual, se comparado o que foi realizado pelo estudante e um mapa construído pelo professor, suas diferenças serão perceptíveis, dessa forma acabam assimilando significados pessoais do seu criador.

Ao analisar os mapas conceituais o professor precisará ter uma visão interpretativa das informações dadas pelos alunos, com o objetivo de encontrar indícios de aprendizagem significativa. Portanto a análise dos mapas conceituais será sempre qualitativa (Moreira, 2012).

Ao estimular os alunos para que utilizem padrões de aprendizagem significativa o professor estará propondo um modo mais eficiente de emprego dos mapas conceituais que poderão ser usados não somente como ferramentas na aprendizagem, mas também como método avaliativo (Novak; Cañas, 2010).

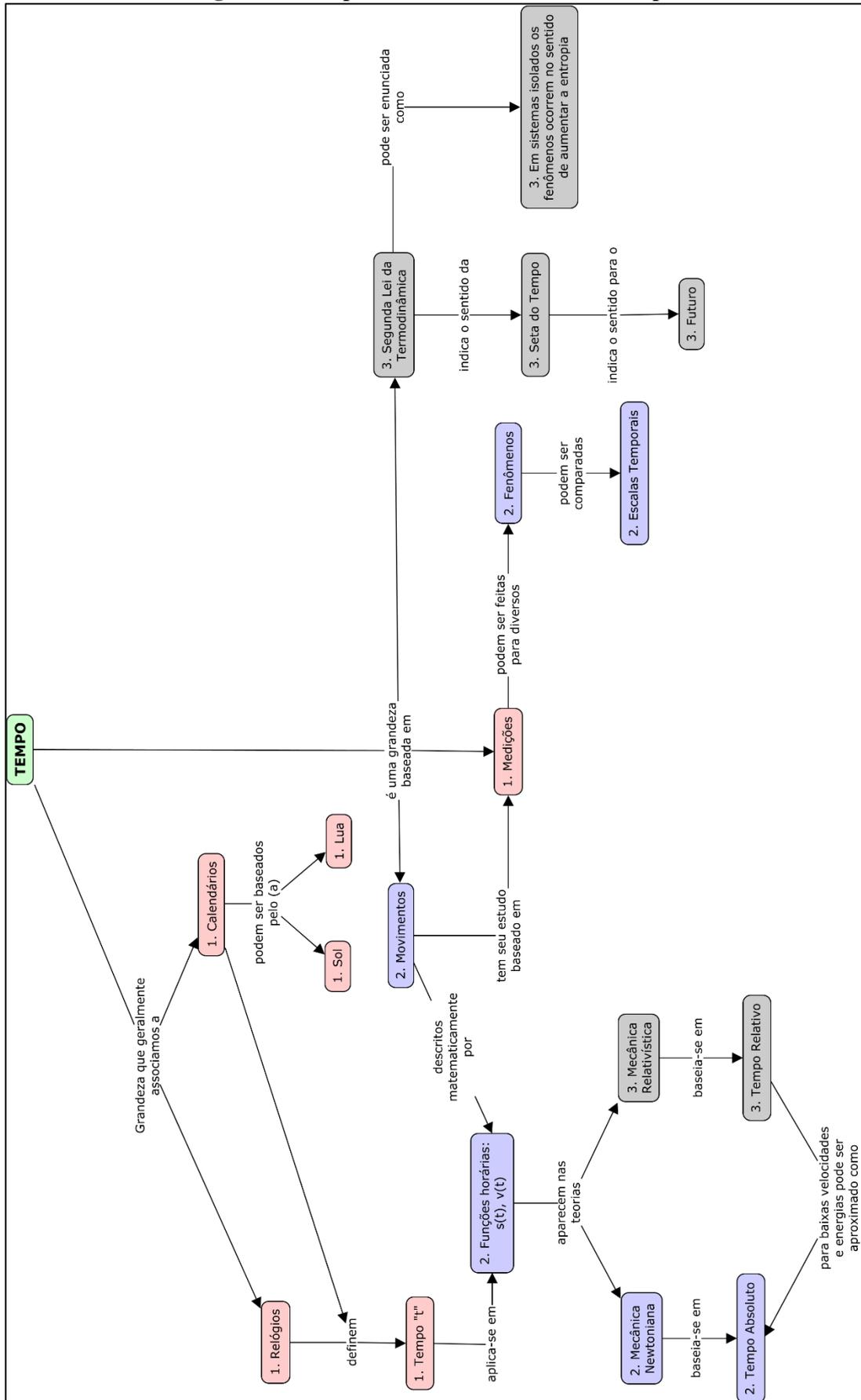
Disponibilizamos aos discentes um instrumento elucidativo por meio da utilização de um mapa conceitual, isto é, representações gráficas de conceitos que explicitam suas

interconexões e estruturas hierárquicas dentro de um contexto específico (Moreira, 2006). Esse recurso busca proporcionar aos alunos uma compreensão mais aprofundada e estruturada do conhecimento apresentado, permitindo-lhes visualizar as relações existentes entre os conceitos e sua posição hierárquica dentro do conteúdo abordado.

O objetivo primordial da apresentação dos mapas conceituais aos alunos é destacar as relações hierárquicas entre os conceitos que estão sendo ministrados em uma aula acerca de um determinado fenômeno (Moreira; Masini, 2001). Tal iniciativa visa proporcionar aos estudantes uma compreensão mais aprofundada e estruturada do conhecimento abordado, permitindo-lhes visualizar de forma clara as conexões existentes entre os conceitos apresentados, intencionando uma construção do conhecimento mais significativa.

Como recurso organizador da sequência didática foi utilizado o mapa conceitual a seguir que apresentara as inter-relações e hierarquias dos conceitos abordados no conteúdo de tempo conforme Figura 01.

Figura 01: Mapa conceitual abordando o tempo



Fonte: Elaboração própria, 2024.

2.4 Vygotsky: principais ideias e a teoria sociointeracionista

Esta seção trata da teoria sociointeracionista de Vygotsky que dá base para os métodos ativos de aprendizagem utilizados na sequência didática. Em 5 de novembro de 1896, em Orsha na Rússia, nascia Lev Semenovich Vygotsky, interessou-se em sua adolescência por filosofia, literatura e cultura. Descendente de judeu, o segundo de oito filhos, aparentemente a família possuía boas condições e os filhos tiveram a oportunidade de serem acompanhados por tutores até os 15 anos em sua casa, além de possuírem uma boa biblioteca sobre seu domínio. Durante os anos despertou interesse pela leitura e aprendizado de outras línguas, assim como diversos temas, entre eles, filosofia, literatura e cultura. (Van Der Veer; Valsiner, 1996).

Em 1924, Vygotsky aos 28 anos casa-se com Roza Smekhova, de Gomel e juntos vão morar em Moscou, tendo ao longo dos anos duas filhas. Apesar de ter se recuperado de uma primeira crise de tuberculose, nunca se livrou definitivamente da doença, sendo esta a causadora de sua morte aos 37 anos de idade em 1934 (Rego, 1995; Van Der Veer; Valsiner, 1996).

Graduou-se na Universidade de Moscou, concluindo o curso de Direito com aprofundamento em Literatura, durante um tempo fez parte do curso de Filosofia e História, contudo, não chegou a formar-se nessas áreas. Após a ocorrência da revolução russa (1917) inicia sua trajetória na Psicologia construindo trabalhos no que tange a aprendizagem escolar, infância, educação especial (Lepre, 2008; Nunes; Silveira, 2015).

Os marxistas da época não estavam em consenso a respeito da narrativa do materialismo. Com isso dividiram-se em duas correntes distintas: a dialética e a mecanicista. Para os dialéticos o princípio exploratório era aberto e não determinista, eles defendiam a ideia de que as situações dependem da ação humana, e que os eventos são construídos pela consciência humana e favorecidos por ela. Já para os mecanicistas a ciência possui papel autossuficiente e através do método de pesquisa elucida suas próprias leis. (Lucci, 2006, p.3).

Um dos conceitos cruciais que embasam a teoria vygotkyana é a dialética e se refere à Marx e seu método dialético materialista. Que traz a ideia de que para todo argumento existe uma oposição, para cada tese, uma antítese e que através desse contraponto surgirá uma síntese e essa não seria apenas uma junção de dois pontos contrários um ao outro, mas sim formaria uma nova tese, um novo conteúdo que também sofreria uma negação (Marx, 2004).

Na abordagem vygotkyana, o homem é visto como alguém que transforma e é transformado nas relações que acontecem em uma determinada cultura. O que ocorre não é uma somatória entre fatores inatos e adquiridos e sim uma interação dialética que se dá, desde o nascimento, entre o ser humano e o meio social e cultural em que se insere. Assim, é possível constatar que o ponto de vista de Vygotsky é que o

desenvolvimento humano é compreendido não como a decorrência de fatores isolados que amadurecem, nem tampouco de fatores ambientais que agem sobre o organismo controlando seu comportamento, mas sim como produto de trocas recíprocas, que se estabelecem durante toda a vida, entre indivíduo e meio, cada aspecto influenciando sobre o outro. (Neves, Damiani, 2006, p. 07).

Para melhor compreensão dessa abordagem é necessário explorar melhor as teses básicas elucidadas por Vygotsky, uma delas mostra que certas características dos indivíduos não estão presentes desde o nascimento e por outro lado também não são apenas consequentes das ocorrências do meio externo fazendo referência à relação indivíduo/sociedade. Na qual, são resultantes da interação dialética entre o ser humano e seu meio sociocultural, ou seja, enquanto o sujeito está operando em constante transformação do seu meio para que suas necessidades sejam supridas ele também transforma a si mesmo (Rego 1995, p. 41).

Vygostky (1982) acredita no sujeito em posição ativa perante o meio, para ele não existe algo como a “essência humana”. O indivíduo é primeiramente social para somente depois passar pelo processo de individualização.

Para Rego (1995, p. 41), o sujeito reconstrói o mundo a partir de sua relação com o mesmo, modificando-o com o seu comportamento e com isso, sendo modificado por ele, sendo assim, esse comportamento exercerá uma ação em suas atitudes futuras.

Para Vygostky é durante a história social do sujeito que suas funções psicológicas superiores são desenvolvidas. Ou seja, através da relação do indivíduo com o mundo a sua volta, suas ferramentas e símbolos intrinsecamente ligados à cultura é que o ser humano constrói suas habilidades de ação que o diferenciam de todos os outros animais (Oliveira, 1997, p. 26).

A segunda é decorrência da ideia anterior, e se refere à origem cultural das funções psíquicas. As funções psicológicas especificamente humanas se originam nas relações do indivíduo e seu contexto cultural e social. Isto é, o desenvolvimento mental humano não é dado *a priori*, não é imutável e universal, não é passivo, nem tampouco independente do desenvolvimento histórico e das formas sociais da vida humana. A cultura é, portanto, parte constitutiva da natureza humana, já que sua característica psicológica se dá através da internalização dos modos historicamente determinados e culturalmente organizados de operar com informações. (Rego, 1995, p. 41 e 42).

Para Teresa Cristina Rego (2002, pg. 98), dentro da Teoria Vygostkyana, o homem não se constitui em apenas um recipiente que absorve tudo a sua volta. Ele é produtor de conhecimento e atua ativamente no que diz respeito a sua relação com o mundo. Portanto, o caminho para o conhecimento sempre envolve atuação, o fazer do homem.

A terceira tese se refere à base biológica do funcionamento psicológico: o cérebro, visto como órgão principal da atividade mental. O cérebro é produto de uma longa evolução, é o substrato material da atividade psíquica que cada membro da espécie traz consigo ao nascer (Rego, 2013, p. 41-42).

O quarto postulado diz respeito à característica mediação presente em toda atividade humana. São os instrumentos técnicos e os sistemas de signos, construídos historicamente, que fazem a mediação dos seres humanos entre si e deles com o mundo. A linguagem é um signo mediador por excelência, pois ela carrega em si os conceitos generalizados e elaborados pela cultura humana.

Entende-se assim que a relação do homem com o mundo não é uma relação direta, pois é mediada por meios, que se constituem nas “ferramentas auxiliares” da atividade humana. A capacidade de criar essas “ferramentas” é exclusiva da espécie humana. O pressuposto da mediação é fundamental na perspectiva sócio-histórica justamente porque é através dos instrumentos e signos que os processos de funcionamento psicológico são fornecidos pela cultura. É por isso que Vygotsky confere a linguagem um papel de destaque no processo de pensamentos. (Rego, 1995, p. 41 e 42).

A quinta tese esclarece que é a partir de processos de intervenção e mediação simbólica estabelecidas socialmente e movidas pelas relações cultural e social. Para que a consciência humana seja abordada como produto da história social é necessário pesquisar as mudanças decorrentes no desenvolvimento mental a partir do contexto social (Rego, 1995)

A quinta tese postula que a análise psicológica deve ser capaz de conservar as características básicas dos processos psicológicos, exclusivamente humanos. Este princípio está baseado na ideia de que os processos mais elementares e não podem, portanto, ser reduzidos a cadeia de reflexos. (Rego, 1995, p. 43).

Segundo Moreira (1999. p.111), o desenvolvimento cognitivo para Vygotsky ocorre através da internalização dos signos e instrumentos que são produzidos a partir da cultura.

Para que ocorra a apropriação do conhecimento pela criança ela precisa compreender e utilizar esses signos culturais que funcionarão como pontes ao ligar sua relação com o meio. Esses símbolos são formados por sistemas simbólicos, como a linguagem, desenhos, mapas, a escrita (Nunes; Silveira, 2015, p. 51).

A partir do uso de signos pela criança ela consegue fazer o exercício de regulação do seu comportamento em diversas atividades. Como por exemplo ao desenhar ela está apta a expressar seus sentimentos, através da fala pode exprimir seus pensamentos. O signo é um instrumento de relação social e posteriormente uma maneira de influenciar o próprio psiquismo do indivíduo (Nunes; Silveira, 2015, p. 52).

Para Vygotsky o homem se difere de outras espécies na medida em que seu processo de evolução não é linear, mas sim utiliza ferramentas que favorecem a transformação de seus dispositivos psicológicos e também do meio externo (Nunes; Silveira, 2015, p. 52). O ser humano usa os signos para agir no mundo, planejando e compreendendo sua realidade de uma maneira mais complexa.

A necessidade da criança promove algumas de suas espontâneas atividades, como por exemplo nomear pessoas e objetos. Porém, para outras atividades mais complexas como a

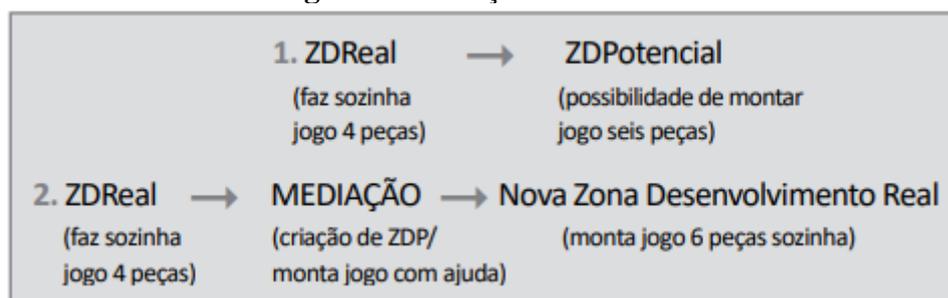
escrita formal são necessárias habilidades mais avançadas. Portanto, para que a criança consiga desenvolver essas habilidades a escola se torna fundamental na construção dessas competências (Nunes; Silveira, 2015, p. 53).

Vygotsky nos apresenta o conceito da Zona de Desenvolvimento Proximal, que desenvolve duas diferentes dimensões do desenvolvimento, a primeira se refere ao desenvolvimento real, aquelas atividades de capacidade já completada e a segunda sendo a do desenvolvimento potencial, aquele que ainda está por se efetivar (Vygotsky, 1996; Rego, 1995; Nunes; Silveira, 2015).

Por exemplo, a criança que já possui a habilidade de completar um jogo de encaixe de quatro peças já está ciente de como trabalhar com determinadas informações, cores e figuras ali apresentadas, esse reconhecimento permite que possamos encarar esse processo como desenvolvimento real (Nunes; Silveira, 2015, p. 54).

Com a ajuda necessária essa mesma criança pode ser encorajada a ir adiante no jogo com um cenário de seis peças. A partir dessa interação com o outro ela irá traçar novas estratégias, questionamentos que irão favorecer o desenvolvimento do pensamento. A partir da intervenção de um agente externo, tal como um docente, responsáveis legais ou companheiros, é possível inferir que a capacidade de conceber um jogo de maior complexidade em relação aos anteriormente experimentados pode desempenhar um papel relevante no progresso do discente, evidenciando-se a relevância da influência social na ampliação das habilidades cognitivas e criativas dos educandos. (Vygotsky, 1996; Nunes; Silveira, 2015, p. 54).

Figura 02: Relação entre as ZD



Fonte: Nunes; Silveira (2015, p. 54).

A competência para solucionar atividades de forma autônoma, de acordo com Vygotsky, é denominada como o nível de desenvolvimento real, Figura 02. Segundo o entendimento do autor, esse referido nível diz respeito às competências já atingidas pela criança, as quais estão solidificadas e firmadas nesse estágio do desenvolvimento (Vygotsky, 1996; rego, 1995).

Porém, Vygotsky nos propõe pensar que não somente o desenvolvimento real é importante, para total compreensão acerca do tema, deve-se levar também em consideração o

nível de desenvolvimento potencial. Ou seja, como essa criança lida em situações em que precisa desempenhar atividades com auxílio de outras pessoas mais qualificadas. Pois, quando uma criança não é capaz de realizar alguma coisa sozinha a partir da ajuda de alguém e novas instruções ela pode adquirir essa capacidade (Vygotsky, 1996; Rego, 1995).

A partir desses dois conceitos de desenvolvimento, o real e o potencial é que Vygotsky cria a definição de Zona de Desenvolvimento Proximal. Sendo a distância entre o grau de desenvolvimento real, que compreende a solução de problemas de forma independente, e o grau de desenvolvimento potencial, que é determinado em relação a solução de problemas com a participação de pessoas mais capazes ou adultos (Vygotsky, 1996; Rego, 1995).

Para Vygotsky (1996) o ato de errar é compreendido como parte do processo de aprendizagem e por isso não pode ser ignorado. Quando um erro é corrigido isso se torna importante no entendimento de que o aluno está evoluindo e seus esforços sendo melhorados cada vez mais. Sendo assim, os trabalhos grupais e a interação com os outros alunos e professores constituem importantes estímulos tanto a interação social quanto ao aprimoramento do desenvolvimento cognitivo.

Diante do contexto esclarecido o professor apresenta-se como um facilitador no processo de aprendizagem do estudante, mediando sua transformação e desenvolvimento (Moreira, 2009). O papel do professor, por estar na zona de desenvolvimento proximal, é o de estimular e compartilhar com seus estudantes significados já internalizados socialmente por meio de signos e instrumentos, possibilitando meios que permitam que seus alunos avancem no entendimento dos problemas e os resolvam, o erro é tratado como parte do processo de aprendizagem, serve para que seja alcançado os conhecimentos ainda não internalizados.

2.5 Métodos Ativos

A realidade atual do ensino tem deixado descontentes os profissionais da educação, como nos explica Berbel (2011), não é suficiente apenas propagar informações e dados para os estudantes em contexto escolar e pressupor que desse modo estarão capacitados para viver em sociedade nos dias de hoje. As vivências da atualidade trazem suas nuances e complexibilidades, o que têm exigido cada vez mais dos indivíduos. Não somente em áreas, como economia e tecnologia, mas também no modo de vida de cada um, suas ações e modos de pensar e sentir.

Estamos vivendo a era tecnológica, um período histórico no qual tem-se a informação na palma da mão em tempo real. Com isso, foi criada uma grande exigência em relação as

pessoas para que sejam cada vez mais autônomas e que tenham posicionamentos que há uma década atrás não eram exigidos dessa forma (Freiberger; Berbel, 2010).

Segundo Berbel (2011), uma maneira eficiente de desenvolver o processo da aprendizagem é utilizando as Metodologias Ativas com aplicação de experiências simuladas ou reais, na busca por solucionar os desafios propostos de cada atividade, “As metodologias ativas têm o potencial de despertar a curiosidade, à medida que os alunos se inserem na teorização e trazem elementos novos, ainda não considerados nas aulas ou na própria perspectiva do professor” (Berbel, 2011, p.28). A comunicação entre os alunos torna-se importante na medida em que há uma troca de vivências e informações, trabalho mútuo na realização de projetos e solução de desafios.

Para Lopes (2016), há uma centena de anos, o ensino de Física tem ocorrido sem grandes mudanças pela maioria dos educadores. O método é o do professor como centralizador de todo o processo de ensino, aquele que transmite o conhecimento que o estudante necessita. Para Oliveira, Araújo e Veit (2016), tal perspectiva de ensino não é compatível com o contexto em que vivemos. Não é mais admissível uma postura tão passiva do aluno em sua própria aprendizagem, assistindo aulas entediantes e que nada trazem de substancial em relação à sua própria realidade.

Segundo Barbosa e Moura (2013), o papel do professor nada mais é do que um facilitador no processo de aprendizagem, supervisionando e orientando quando necessário. O que é diferente do método no qual a figura do professor era caracterizada por ser o centro da aprendizagem detendo o conhecimento e as informações e repassando aos alunos. Como facilitador da aprendizagem ele tem responsabilidade na promoção de uma técnica que incentiva a aprendizagem coletiva que busca ativamente o conhecimento.

Para Barbosa e Moura (2013), em um contexto de aprendizagem ativa, o aluno participa do processo, ouvindo, questionando e discutindo o conteúdo abordado, o que permite com que ele aprenda e ensine ao mesmo tempo e o estimula na construção do conhecimento, o que é uma perspectiva muito diferente daquela na qual o aluno apenas recebe as informações passivamente. Na aplicação dos conteúdos os alunos vão demonstrar que realmente dominam o conteúdo e tem capacidade de raciocínio nas análises propostas. Isso também trará mais compreensão sobre os conteúdos. Sendo assim, quando encarar tais temáticas no futuro novamente, será necessário apenas relembrar.

2.6 Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)/ *Problem Based Learning (PBL)*

A ABP (*PBL*) é uma metodologia que se iniciou na McMaster University Medical School no Canadá no final dos anos 60, e teve como inspiração um método de estudo de caso utilizado na escola de Direito da Universidade de Harvard situada nos Estados Unidos (SCHMIDT, 1993).

Segundo Barrows e Tamblym (1980), No processo de Aprendizagem Baseada em Problemas pode-se encontrar os seguintes processos: a) formação de grupo pelos alunos, no qual serão apresentados a um problema, a partir disso irão se organizar em torno desse problema para buscar sua definição, e buscar resolvê-lo a partir do conhecimento que já possuem; b) após esse momento irão propor questionamentos de aprendizagem a partir dos pontos de vista que não puderam entender satisfatoriamente; c) planejamento em relação as formas com que irão investigar esses questionamentos; d) no próximo encontro irão explorar os questionamentos anteriores a partir de conhecimentos adquiridos durante todo esse processo, os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos; e) para finalizar irão avaliar todo o processo realizado até aqui e também avaliarão a si mesmos e aos colegas, completando um ciclo de aprendizagem autônoma.

O problema é utilizado pelo docente para iniciar, direcionar e focar o estudante durante a ocorrência da abordagem. Segundo Silva, Kuri e Casale (2012) esse procedimento beneficia também o professor que em diversos casos aprende ao longo do processo.

Diferente do modelo tradicional de ensino, o professor não mais fornece respostas diretas as dúvidas dos estudantes, mas sim, investiga o conhecimento destes e comporta-se como um facilitador que apoia e auxilia na construção do raciocínio, para que as questões sejam solucionadas pelos alunos (Hung; Jonassen; Liu, 2008).

Para Barrows (1986), existe um método de ensino e aprendizagem que usa os problemas como ponto inicial para adquirir e integrar os novos conhecimentos. Essencialmente ela proporciona uma aprendizagem que tenha o aluno como centro, sendo assim a figura do professor fica restrita a um facilitador nesse processo. Os problemas são os fatores estimulantes para a aprendizagem e desenvolvimento de habilidades e essa abordagem é chamada de ABP.

Segundo Barrel (2007), a técnica ABP consiste em um processo educativo que parte de um evento há ser resolvido. O interesse dos alunos é aguçado o que os move em busca de questionamentos a respeito de fenômenos complexos do seu cotidiano e do mundo a sua volta. Através da investigação e desses questionamentos acerca dos conceitos eles são desafiados e adquirem conhecimento ao responderem sobre os problemas identificados.

A ABP é para Leite e Esteves (2005), uma via que irá conduzir o aluno para a aprendizagem. Permitindo que o aluno tenha uma postura ativa diante do processo de ensino, buscando resolver os problemas propostos, analisando e sintetizando o conhecimento, o foco é total na aprendizagem.

Podemos constatar que, na extensa literatura produzida sobre ABP, existe um consenso acerca de suas características básicas. Numa percepção comum, todos admitem que a ABP promove a aquisição de conhecimentos, o desenvolvimento de habilidades, de competências e atitudes em todo processo de aprendizagem, além de favorecer a aplicação de seus princípios em outros contextos da vida do aluno. Assim, a ABP apresenta-se como um modelo didático que promove uma aprendizagem integrada e contextualizada. (Souza, Dourado, 2015, p. 185).

Segundo Souza e Dourado (2015), a ABP é anunciada como uma proposta de técnica na área de ensino e aprendizagem que revela uma estratégia na qual o aluno é o centro, e através da investigação e dos questionamentos levantados coletivamente e individualmente no uso de técnicas e metodologias que visam a análise e compreensão na resolução de problemas o conhecimento é adquirido e compartilhado, com o professor estando sempre em constante interação em sua tutoria.

2.7 Estudo de Caso como Método Ativa

Um método que é variante da ABP é o Estudo de Caso (EC), enquanto o *PBL* foi criado o propósito de trazer problemas reais para os alunos, de modo que favorecesse o pensamento crítico e a habilidade de resolver problemas facilitando o processo de aprendizagem, por outro lado, o EC permite aos alunos que direcionem sua própria aprendizagem (Sá; Queiroz, 2010).

O Estudo de Casos é um método que oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem e investigar aspectos científicos e sociocientíficos, presentes em situações reais ou simuladas, de complexidade variável. Esse método consiste na utilização de narrativas sobre dilemas vivenciados por pessoas que necessitam tomar decisões importantes a respeito de determinadas questões. Tais narrativas são chamadas casos (Sá; Queiroz, 2010, p.12).

Existem várias estratégias e técnicas que podem ser utilizadas no Ensino de Ciências, uma delas é a aula expositiva, na qual o professor relata o caso em formato de história; outra estratégia é a que o professor questiona o aluno em formato de discussão; também há o método em que são formados pequenos grupos que colaboram entre si tendo o professor como facilitador durante o caso o que favorece a solução do problema.

No EC é estimulada e valorizada a espontaneidade, a criatividade, busca por informações e habilidade de comunicação. Estimula-se o aluno para que ele busque se familiarizar com os personagens e conteúdo do caso, para que melhore sua compreensão do

tema e favoreça o caminho para a solução do problema. O professor nesse caso tem papel de ajudador do aluno para que encontre possíveis soluções para o problema proposto (Sá; Francisco; Queiroz, 2007).

É necessário que se utilizem fontes seguras para obtenção de informações, como: filmes comerciais (devendo ser excluídos fontes que não apresentam embasamento confiável), artigos originais de pesquisa e artigos de divulgação científica.

Para Herreid (1998), a história precisa prender a atenção do leitor, ser interessante para quem lê e também ter utilidade em relação aos conteúdos pedagógicos, o leitor tem que estar ambientado com os personagens.

O papel do professor no EC é o daquele que irá facilitar o processo de aprendizagem, deixando para o próprio aluno a função de construir seu próprio conhecimento, montando os processos de raciocínio. O aluno toma para si uma postura de responsabilidade ao solucionar as atividades, assumindo papel auto reflexivo e autodirigindo sua própria aprendizagem (Lovato; Michelotti; Loreto, 2018).

Existem diversas maneiras de se aplicar este método, Herreid (1998), expõe que o professor deve explorar os casos no Ensino de Ciências partindo dos seguintes métodos: aula expositiva, com a história sendo contada; atividade individual (atividade = caso); discussão (dilema = caso); tarefas em pequenos grupos (relacionando o contexto social ao caso desenvolvido). Sendo que há variações no esquema de pequenos grupos: método de múltiplos casos e método do caso interrompido.

A partir dessas variações é proposta a discussão do caso, são trazidas novas informações a respeito do caso com isso o grupo irá sugerir possíveis caminhos que levarão a resolução, é necessário também que se analise o tempo que irá levar para investigação do problema, que pode variar de 15 min a 2 horas. Há também uma variação dentro da aula expositiva que se chama método do caso dirigido, pequenos casos seguidos de questionamentos que serão respondidos através de anotações e livros (Sá; Francisco; Queiroz, 2007).

Linhares e Reis (2008), expõem três passos importantes no decorrer da aplicação do EC, são eles:

Passo 1: os estudantes são instruídos a realizar uma leitura inicial do EC, assim como a elaboração escrita de uma proposta inicial de resolução para o(s) problema(s) proposto(s). Nesta etapa são introduzidos o tema, a razão para sua escolha e, após a proposta inicial de resolução, apresenta-se outros textos para leitura.

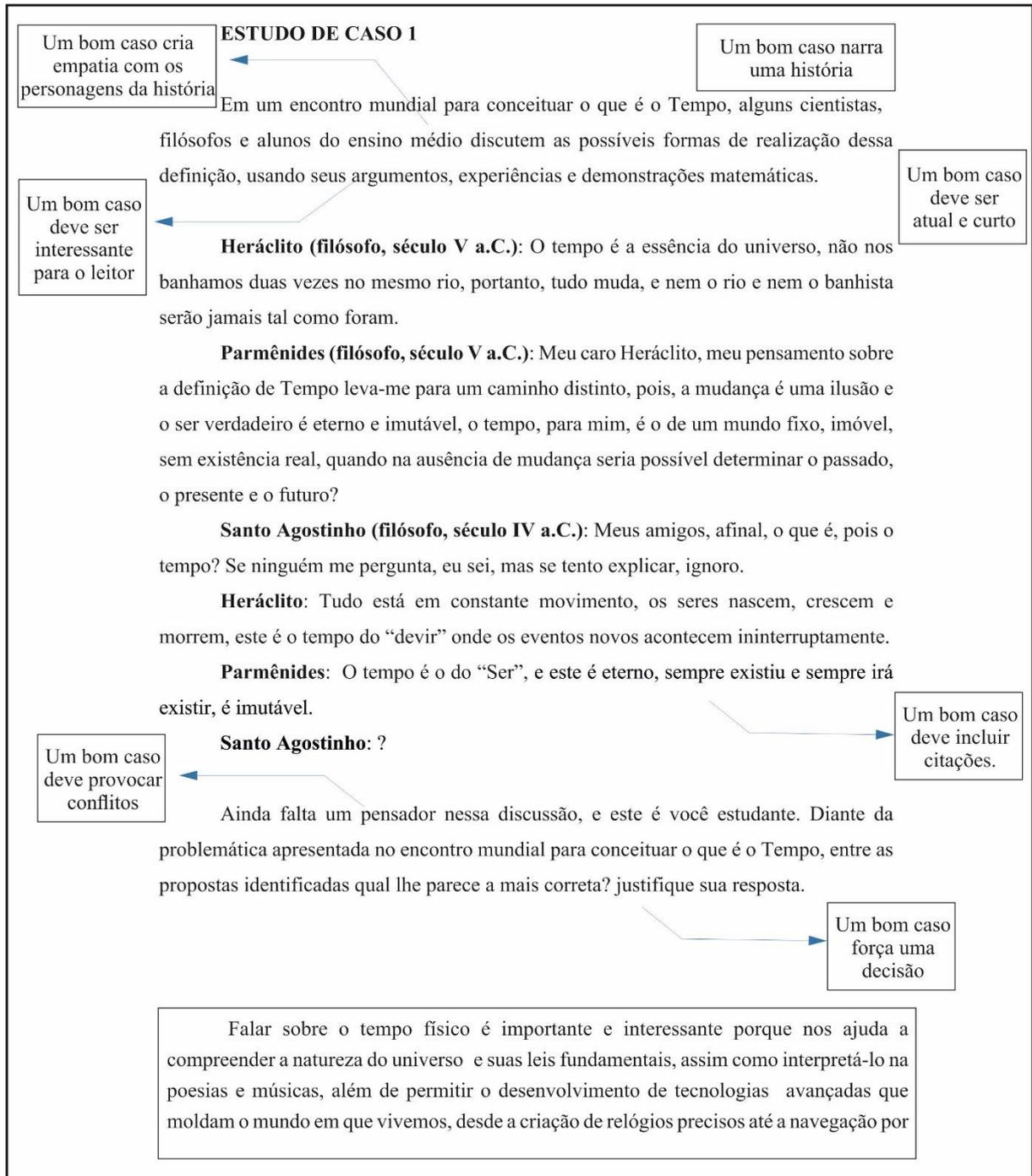
Passo 2: o aluno é encarregado de elaborar uma resenha de um dos textos disponibilizados. Além disso, são lecionadas aulas, sugeridas outras leituras e pesquisas que se

relacionam com o assunto estudado, a fim de propiciar momentos de estudo, reflexão e interação durante todas as atividades.

Passo 3: cada aluno encaminha sua proposta final de solução, a qual deve contemplar os principais aspectos das leituras e discussões efetuadas. Nesta etapa os alunos são responsáveis por defender suas ideias mais relevantes, apresentando seus argumentos na defesa de suas concepções mais importantes.

Para Herreid (1998), um EC deve ser interessante ao leitor, ser criado a partir de sua realidade associando-a com o conteúdo, o caso deve possuir as características de um bom suspense a fim de gerar no leitor interesse pelo tema e busca da solução, ser atual para que os alunos percebam a importância de solucioná-lo e curto para que não seja um processo enfadonho e tedioso, traga benefícios pedagógicos para os estudantes e para a escola, deve abranger citações para conhecimento do caso e podendo gerar uma aproximação dos estudantes com os personagens, permitir generalizações, por último, um EC deve narrar uma história com começo e fim, conforme a Figura 03.

Figura 03: Características presentes no EC.



Fonte: Elaboração própria, 2024

2.8 Peer Instruction (PI) ou Instruções por Colegas (IpC)

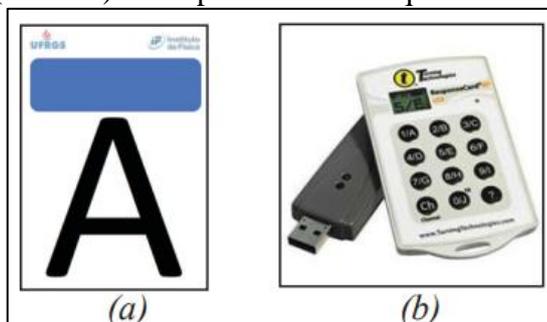
Na busca por estratégias didáticas que podem ser frutíferas para a área de técnicas de ensino-aprendizagem em sala de aula, encontra-se a *Peer Instruction (PI)*; Instrução por Pares ou Instrução pelos Colegas (IpC). Essa ferramenta propõe uma interação entre os envolvidos e, além disso, também posiciona o aluno de forma que ele é o responsável pelo sucesso do

processo de aprendizagem, caracterizando uma aprendizagem ativa (Mazur, 1997). O método Peer Instruction surgiu na década de 90 através do professor Eric Mazur da Universidade de Harvard e obteve ampla abrangência entre os cursos universitários nas áreas de Física o que trouxe maior informação crítica e compreensão, além de uma aprendizagem ativa durante os estudos em classe.

Segundo Araújo e Mazur (2013), as aulas são constituídas em pequenas séries de apresentações orais estabelecidas pelo professor, posteriormente são aplicadas as questões conceituais que deverão ser respondidas pelos estudantes, em um primeiro momento essas resoluções ocorrerão de forma individual, posteriormente acontecerá uma discussão entre os colegas sobre o conteúdo abordado.

O professor, após realizar a questão, recebe as respostas dos estudantes por meio de flashcards – que são cartões de respostas levantados pelos estudantes – e contabiliza-os ou clickers, representado na Figura 04, trata-se de um sistema remoto de respostas que comunica com o computador do professor por radiofrequência (Araújo; Mazur, 2013).

Figura 04: (a) Exemplo de cartão resposta (flashcard). (b) Sistema remoto de resposta (clickers) e receptor de radiofrequência USB.



Fonte: Araújo e Mazur (2013, p. 368).

Para Araújo e Mazur (2013), o funcionamento do *PI* ocorre em etapas bem definidas e simples, baseando-se em testes conceituais pelo qual o professor atravessa para chegar-se ao entendimento do que se deseja explicar, são elas:

O professor começa a primeira etapa da proposta de Mazur ao selecionar os principais tópicos do trabalho, logo após ele inicia uma apresentação breve do conteúdo a ser abordado, sendo assim essa etapa pode ter a duração de até uns 10 minutos, apenas com recurso oral ou também multimídia. A próxima etapa é aquela na qual o professor irá trazer para os alunos o Teste Conceitual que consiste em uma questão de múltipla escolha, na qual as opções foram previamente definidas e trazem suposições das mais variadas. Para responder a tal questão os alunos têm apenas de 2 a 3 minutos e logo após precisam expor suas respostas.

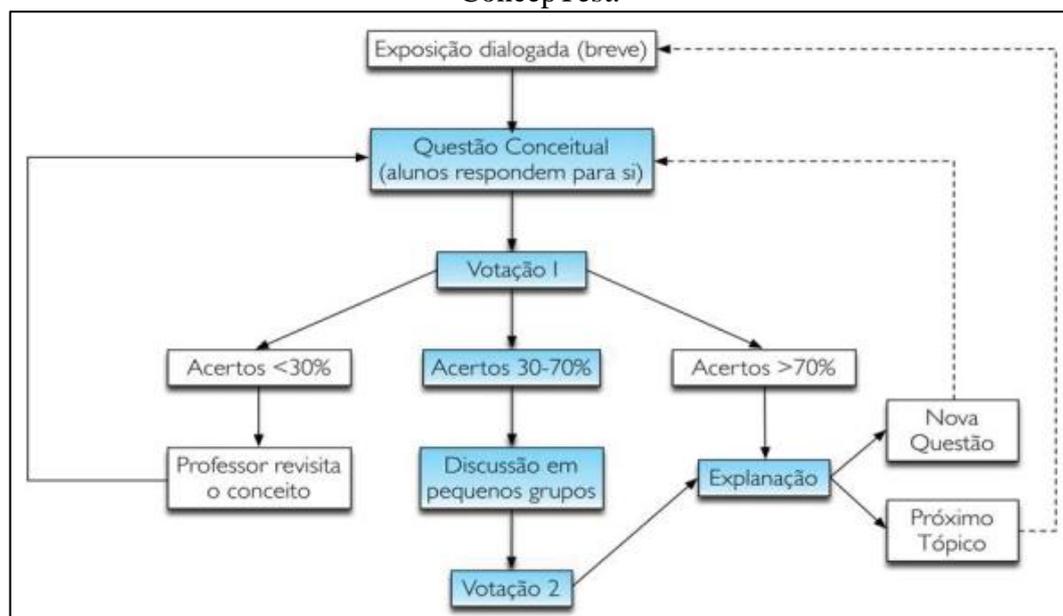
Então, o professor inicia a correção. Se ele observar que uma porcentagem menor do que 30% dos alunos acertaram a resposta, ele deverá trazer o conteúdo de novo brevemente dando ênfase as principais características que presumem a resposta da questão trazida anteriormente. Após isso a pergunta será feita novamente.

Mas se o percentual de acertos atingir mais do que 70% dos alunos, segundo Mazur, portanto os conceitos foram compreendidos e o professor pode apenas fazer um breve comentário em relação a resposta certa, explicando os erros das outras opções de resposta. Seguindo para o próximo conceito a ser abordado na aula.

E caso as respostas fiquem entre 30% e 70% de acerto? Nesse momento é que essa técnica mais demonstra ser importante, conforme o diagrama na Figura 5. O professor fará com que os alunos se dividam em duplas ou grupos e cada grupo terá que persuadir o outro em relação a alternativa que pensa estar correta.

Os diálogos que ocorrem a partir desse entrosamento são muito importantes, tendo em vista que a linguagem que é utilizada de aluno pra aluno é diferente da que o professor utiliza. O que também os estimula a criar seus próprios argumentos em relação ao entendimento da questão. É nesse momento que ocorre a conexão entre o *PI* e a Teoria de Vygotsky, nessa interação entre os estudantes e também com o professor e isso para Mazur constitui a eficácia da aprendizagem.

Figura 05: Diagrama do processo de implementação do método *PI*, etapa conhecida como ConcepTest.



Fonte: Adaptado de Lasry, Mazur e Watkins, 2008.

Segundo Araújo e Mazur (2013), o *PI* revela seu potencial a partir de uma visão Vigotskyana ao promover essa interação social entre a pessoa que compartilha os conceitos construídos socialmente na comunidade científica, e também com os alunos e o professor.

2.9 Revisão Bibliográfica

Separou-se a revisão bibliográfica em duas partes, uma abrangendo as dissertações encontradas no programa de mestrado MNPEF e outra utilizando a plataforma BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações), uma vez que justifica-se pela necessidade de garantir uma análise diversificada, ao contemplar tanto produções acadêmicas específicas da área de ensino de Física quanto pesquisas disponíveis no repositório nacional de teses e dissertações.

Buscando compreender como o método de ensino EC, a estratégia de ensino *Peer Instruction* e tempo têm sido abordados nos trabalhos de ensino de Física, realizou-se uma pesquisa no *site* de mestrado MNPEF como apresentado no Quadro 01, utilizando como critério de seleção suas utilizações no ensino de Física, procurando conhecer as distintas abordagens e perspectivas teóricas que se relacionavam com os métodos.

Quadro 01: Dissertações encontradas no MNPEF de Estudo de Caso

Autor	Instituição	Título	Público	Objetivos	Recurso didático
Miletti, 2015	Universidade de Brasília – UnB	Usando os projetos de trabalho na educação de jovens e adultos : um estudo de caso para a 3ª etapa do 3º segmento	Educação de Jovens e Adultos	Fornecer aos docentes que trabalham na Educação de Jovens e Adultos uma alternativa pedagógica que traga uma aprendizagem significativa dos conteúdos de Física.	- Recursos audiovisuais - Experimento físico - Experimento virtual
Loureiro, 2016	Universidade Federal Rural do Semi-Árido	Estudo de caso do processo de ensino e aprendizagem de conceitos de energia por um aluno com síndrome de asperger	Alunos da Educação Especial	O objetivo da pesquisa é determinar metodologias que possibilitem a compreensão do processo de aprendizagem de conceitos de energia por estudantes com Síndrome de Asperger	Recurso de baixa e alta tecnologia

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Miletti (2015), apresenta em sua pesquisa uma forma de tornar o ensino de Física mais significativo por meio de projetos de trabalho voltados para a eletricidade e eletromagnetismo

aplicado no Ensino de Jovens e Adultos. Esses projetos de trabalho motivam tanto o professor quanto o aluno, possibilitando um maior êxito na aprendizagem do conteúdo.

Loureiro (2016) realizou uma pesquisa que tinha como objetivo estabelecer metodologias para alcançar a compreensão de conceitos de energia em alunos com Síndrome de Asperger, realizando um estudo de caso em um aluno nessas condições, relacionando uma abordagem vygotskyana com uma elaboração individual de tarefas obteve resultados que mostraram evidências de aprendizagem, além de indicar necessidades educacionais especiais.

Entretanto, as dissertações encontradas no *site* do MNPEF apresentam o Estudo de Caso como um modelo de pesquisa que permite explorar um fenômeno em seu contexto natural onde se consideram múltiplos aspectos e perspectivas (Moreira, 2016). Não sendo encontradas nessas plataformas pesquisas que utilizam o método de ensino Estudo de Caso (EC), podendo ser uma das justificativas a de que o *site* permite a realização das buscas apenas pelos títulos dos trabalhos. No Quadro 02 apresenta-se as pesquisas referentes ao *PI* selecionadas para análise.

Quadro 02: Dissertações selecionadas no MNPEF de *PI*

Autor	Instituição	Título	Público	Objetivos	Recurso didático
Aldenas, 2021	UFPA - Universidade Federal do Pará	Sequência ativa de ensino aprendizagem: aplicando peer instruction na compreensão de espectros no ensino médio.	Alunos pertencentes ao Ensino Médio	O objetivo é fornecer aos professores do nível médio meios úteis para qualificar o ensino de Física.	- Tarefas de Leitura - Testes Conceituais - Teste de sondagem - Resolução de problemas - Simulação computacional - Atividades experimentais.
Nascimento, 2020	Universidade Federal de Viçosa	A Metodologia Peer Instruction: Eficácia e o Papel do Estudo Pré-Aula no Ensino de Física	Ensino superior - Alunos de engenharia e ciências exatas	Avaliar a eficácia da metodologia <i>PI</i> em uma disciplina de Física básica, com foco no desempenho dos alunos em avaliações.	- Questionário JiTT pré-aula (recursos tecnológicos e internet) - Questionário <i>PI</i>

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Aldenas (2021), esclarece em sua pesquisa que tem o objetivo de contribuir com os professores de ensino médio disponibilizando estratégias para a aprendizagem. A proposta de atividades foi baseada na teoria sociointeracionista de Vygotsky que se relaciona com o *PI*, buscando promover a compreensão conceitual dos assuntos abordados e a participação dos

alunos no processo de aprendizagem. Os resultados mostraram uma motivação e empenho dos estudantes, as discussões entre os colegas foram importantes para o desempenho nos testes, voltando-se para uma aprendizagem significativa.

Nascimento (2020), apresenta um estudo que comparou a eficácia do método tradicional e do PI na disciplina de Física introdutória para alunos de engenharia e ciências exatas em relação ao desempenho dos alunos em provas. A pesquisa também avaliou o impacto de estímulos para que os alunos estudem antecipadamente para as aulas. Os dados foram coletados durante oito semestres com cerca de 2.600 alunos, sendo as comparações realizadas entre grupos com a mesma proficiência em Física. Os resultados da pesquisa auxiliam na compreensão de como o estudo pré-aula e as metodologias *PI* e tradicional influenciam o desempenho dos alunos em provas, considerando as diferenças nas instruções de preparo acadêmico.

No Quadro 03 apresenta-se as pesquisas referentes ao Tempo selecionadas para análise.

Quadro 03: Dissertações encontradas no MNPEF de Tempo

Autor	Instituição	Título	Público	Objetivos	Recurso didático
Filho, 2018	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense IFF	Estratégias virtuais para a inserção do Espaço e Tempo Relativísticos no Ensino de Física	Alunos do Ensino Médio	O objetivo do trabalho foi investigar a relevância do uso de ferramentas digitais para a aprendizagem do espaço-tempo relativístico.	Recursos tecnológicos para motivar e demonstrar fenômenos da Física - Quadrinhos

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Filho (2018) investigou a relevância do uso de ferramentas digitais na aprendizagem do espaço-tempo relativístico, com o objetivo de inserir tópicos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. Criou-se uma apostila em quadrinhos sobre Relatividade Restrita, seguindo os princípios da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.

Durante a pesquisa, nenhum outro material relacionado ao tema do tempo foi encontrado na plataforma do MNPEF.

Realizou-se uma pesquisa na plataforma BDTD buscando encontrar trabalhos que utilizassem o método de ensino Estudo de Caso (EC), *Peer Instruction* e Tempo e como têm se desenvolvido os trabalhos de ensino, buscando conhecer diferentes abordagens e perspectivas teóricas relacionadas com esses métodos e conteúdo.

No Quadro 04 apresenta-se as pesquisas referentes ao EC selecionadas para análise.

Quadro 04: Trabalhos selecionados no BDTD com o Estudo de Caso

Autor	Instituição	Título	Público	Objetivos	Recurso didático
Passos, 2017	Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRGS	Estudos De Caso Na Disciplina De Química Orgânica De Biomoléculas Contribuições Para O Desenvolvimento Profissional Dos Estudantes Dos Cursos De Química Da UFRGS.	Estudantes do curso de Química	Examinar como a utilização da metodologia de Estudos de Caso pode contribuir para o aprimoramento profissional dos alunos matriculados no curso de Química	Utilizou-se Estudos de Casos - Questionários relacionando-se aos Casos apresentados. - Questionário de Avaliação
Santos, 2014	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo PUC – SP	Aplicação Do Problem Based Learning (PBL): Uma Percepção Dos Coordenadores Dos Cursos De Ciências Contábeis	Coordenadores dos cursos de Ciências Contábeis	Avaliar a efetividade do Estudo de Caso no ensino superior	- Questionário - Ferramentas tecnológicas (computador e acesso a internet)

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Segundo Santos (2014) a inadequação do ensino tradicional frente às demandas do mercado de trabalho sugere o uso de novas metodologias de ensino, apontando como alternativa o PBL (Problem Based Learning). A metodologia é explicada e comparada com o EC. O estudo se concentra na eficácia do PBL na formação de profissionais contábeis, na perspectiva da análise das opiniões dos coordenadores das instituições e do impacto na preparação dos alunos. O objetivo é apresentar argumentos para aprimorar a qualidade do ensino e melhor preparar os futuros profissionais.

Em sua pesquisa, Passos (2017), verificou que o método de ensino EC pode ajudar no desenvolvimento profissional dos alunos de Química, com casos sobre carboidratos resolvidos pelos alunos do ensino superior. A análise mostrou que essa metodologia contribui para o desenvolvimento de conhecimentos conceituais, habilidades de argumentação e atitudes investigativas. Acreditando que o uso frequente dos ECs pode promover o amadurecimento dos alunos em habilidades como trabalho em equipe, tomada de decisão e resolução de problemas.

No Quadro 05 apresenta-se as pesquisas referentes ao *PI* selecionadas para análise.

Quadro 05: Trabalhos selecionados no BDTD com o *PI*

Autor	Instituição	Título	Público	Objetivos	Recurso didático
Lopes, 2016	Universidade Federal de Viçosa	Combinando Metodologia de Ensino Peer Instruction com Just-in-Time Teaching para o Ensino de Física	Estudantes do ensino superior	estabelecer se, e em que condições, a metodologia IpC promove aprendizado superior ao do método tradicional de ensino	- Atividades em JiTT (computador e internet) - Atividade <i>PI</i> - Testes conceituais
Diniz, 2015	Universidade Federal de Viçosa	Implementação do Método Peer Instruction em aulas de Física no Ensino Médio	Alunos do Ensino Médio	O objetivo é avaliar a eficácia do método <i>PI</i> em comparação aos resultados de duas turmas de controle, que não receberam a aplicação deste método.	- Recursos tecnológicos (data show, notebook, clicker's, receptor clicker's) - Pré-teste - Livro - Questionário <i>PI</i> (testes conceituais)

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Para Diniz (2015), o *Peer Instruction* tem como objetivo engajar os alunos através do trabalho em grupo e do estudo prévio. A pesquisa foi realizada com alunos do Ensino Médio, com ênfase em Mecânica, e incluiu questionários associados aos capítulos do livro-texto. A efetividade do método foi comprovada através da comparação dos resultados da turma em que foi utilizado o *PI* com duas turmas-controle as quais não foram utilizado o método. Ao analisar as respostas dos alunos às questões em sala de aula após as discussões em grupo podem ser úteis para identificar as principais dificuldades de compreensão dos conceitos.

Lopes (2016) avalia se a metodologia IpC em relação ao método tradicional destaca-se em sua eficácia, apontando as condições e se os estudantes têm atitudes positivas em relação a metodologia, analisando também o tempo necessário de estudo. Os resultados indicam que o estudo pré-aula é fundamental para o sucesso da IpC, especialmente em um grupo com diferentes níveis acadêmicos, e que a utilização de instrumentos para incentivar o estudo antecipado pode aumentar o aprendizado sem exigir mais tempo dos alunos como demanda o método tradicional de ensino.

No Quadro 06 apresenta-se as pesquisas referentes ao Tempo selecionadas para análise.

Quadro 06: Trabalhos selecionados no BDTD com o Tempo

Autor	Instituição	Título	Público	Objetivos	Recurso didático
Capelari, 2016	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ENSINAR RELATIVIDADE RESTRITA NO ENSINO MÉDIO COM O USO DE TIC	Alunos do Ensino Médio	demonstrar a utilização de uma sequência didática para o ensino da Relatividade Restrita a alunos do ensino médio, com a apresentação de suas análises e resultados em sala de aula.	<ul style="list-style-type: none"> - Recurso computacionais (excel) - Recorte histórico - Apresentação de um filme (interestelar) - TIC
Souza, 2014	Universidade de São Paulo USP	Epistemologia e Cultura no Ensino de Física: Desvelando os Conceitos de Tempo e Espaço	Estudantes do nível básico e superior	examinar a conexão entre epistemologia e cultura no processo de ensino de Física.	<ul style="list-style-type: none"> - Questionários - Atividades - Situações-problema

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Em sua pesquisa, Capelari (2016), discute a aplicação de uma sequência didática para ensinar Relatividade Restrita a alunos do ensino médio, baseada na teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, utilizando recursos computacionais, incluindo uma planilha em Excel, para ajudar os alunos a entender conceitos básicos e a dedução das relações matemáticas. Além disso, a História da Ciência é utilizada para contextualizar os alunos sobre a teoria desenvolvida. Os resultados mostraram que o uso desses recursos tornou as aulas mais interativas e dinâmicas para alunos e professores, aumentando a motivação no processo de aprendizagem.

O estudo de Souza (2014) investigou a relação entre epistemologia e cultura no ensino de Física, enfocando os conceitos de Tempo e Espaço, utilizando Gaston Bachelard como referência. A pesquisa foi realizada em dois níveis de ensino e adotou a ação cultural freireana como referencial cultural. Os resultados destacaram o potencial do perfil epistemológico para analisar as concepções de tempo e espaço e a influência da cultura na formação dessas concepções, bem como a presença da Física nas áreas racionais dos participantes.

2.10 O Conceito de Tempo

Há no cotidiano uma certa familiaridade com o tempo, contudo, quando se é exigido uma definição ou resposta sobre o que é o tempo pode-se encontrar diferentes significados como os apresentados entre a ciência ou filosofia, de modo geral, a Física busca responder algumas questões relativas ao tempo, como descrever eventos e suas evoluções em um dado momento (Ben-Dov, 1996).

Embora aparentemente simples, o tempo compõe-se de múltiplas implicações e considerações não triviais, como nos mostra Ben-Dov (1996), surgindo como um companheiro misterioso e sutil de nosso dia a dia. Isso evidencia que a medição do tempo requer uma análise cuidadosa e complexa, indo além de simplesmente registrar a indicação de um relógio em um evento.

2.10.1 TEMPO DE HERÁCLITO E PARMÊNIDES (FILÓSOFOS, SÉCULO V A.C)

Ao longo da história da filosofia, Heráclito e Parmênides emergem como figuras interpretadas como representantes de perspectivas radicalmente opostas. Heráclito é comumente retratado como um defensor do mobilismo, enfatizando o fluxo constante e a mudança como aspectos essenciais da realidade. Por sua vez, Parmênides é frequentemente associado ao imobilismo absoluto, defendendo a unidade imóvel do ser em contraste com a multiplicidade do mundo sensível. Os pensamentos de Heráclito e Parmênides são abordados de forma sucinta apontando suas perspectivas sobre o Tempo.

A expressão “era sempre, é e será fogo sempre vivente” denota uma visão cíclica e eterna do cosmos. Ela sugere que o fogo não é apenas um elemento físico, mas também uma força vital e criativa que permeia toda a realidade. Ao afirmar que o fogo “era sempre”, Heráclito está apontando para sua concepção de que o universo não teve um começo definido, mas sempre existiu de alguma forma, em um estado de constante mudança (Vieira, 2014).

A caracterização do fogo sugere-o como elemento que não começa no presente, porque o fogo está sempre em mudança, independentemente da presença de um observador humano, portanto, ao adotar uma ordem cronológica que coloca o passado antes do presente e do futuro, Heráclito está enfatizando a eternidade e a constante mudança do cosmos, destacando sua natureza fundamentalmente dinâmica e indissociável do tempo humano (Vieira, 2014).

Esse caminho linear que vai da mesma maneira que volta é o modelo da mudança eterna do cosmos em Heráclito, formulação conceitual que, por isso mesmo, pode ser

usada para entender também sua temporalidade. Se o tempo está atrelado à mudança do fogo, essa mudança fornece um medidor segundo o qual passado, presente e futuro podem ser pensados de maneira absoluta em relação recíproca sem a necessidade de um observador. (Vieira, 2014, p. 38).

Enquanto Heráclito enfatiza o fluxo constante e o devir (associado à ideia de mudança constante e transformação) incessante do universo, Parmênides propõe uma abordagem radicalmente oposta, afirmando que o ser é imutável, eterno e indivisível, a eternidade do ser é uma característica importante, mas a diferença mais aparente entre os filósofos pré-socráticos reside no uso predominantemente negativo da fórmula por parte de Parmênides, como uma estratégia para enfatizar a imutabilidade e a unidade do ser (Vieira, 2014).

Parmênides argumenta que o ser é imutável e, portanto, não sujeito a variações temporais, rejeitando a noção de que o ser possa mudar ao longo do tempo, pois isso implicaria uma transformação de algo que é, em si mesmo, eterno e indivisível. Como resultado, o ser é concebido como existindo em um estado de eterno presente, sem passado ou futuro (Vieira, 2014).

Essa visão difere profundamente da de Heráclito, para quem a mudança é uma característica fundamental do cosmos, segundo ele, o fogo é o princípio básico do universo, e ele está constantemente em processo de transformação. Essa mudança contínua implica a existência de um fluxo temporal em que o passado se dissolve no presente e o presente se transforma no futuro (Vieira, 2014).

Essa concepção de um presente eterno está em consonância com sua visão monista (oposição ao dualismo, posição filosófica que defende que toda a realidade é composta por uma única substância ou princípio fundamental), na qual não há mudança e, portanto, não há espaço para variação temporal, Parmênides rejeita a ideia de que o ser passou a existir ou deixará de existir, afirmando que ele simplesmente “é” de forma eterna, sem variações temporais, a perspectiva de Parmênides de que a distinção entre passado, presente e futuro é uma ilusão humana, e sua crítica não se limita à linguagem, mas estende-se à compreensão ontológica da realidade. Ao fazer isso, Parmênides destaca a inadequação das tentativas humanas de categorizar e compreender o tempo, sugerindo uma abordagem mais profunda e crítica em relação à natureza da existência (Vieira, 2014).

2.10.2 TEMPO DE GALILEU (1564-1642)

Galileu estabeleceu em sua lei de queda dos corpos uma aceleração constante, pois para corpos próximos a superfície da Terra conforme o tempo decorre percebe-se que as velocidades,

de modo diretamente proporcional, recebem um acréscimo. Para ele a velocidade de queda dos corpos estava relacionada com o tempo e não com o espaço. Salviati, personagem do livro *Duas Novas Ciências de Galileu*, menciona em suas observações:

“Quando, portanto, observo uma pedra que cai de uma certa altura a partir do repouso e que adquire pouco a pouco novos acréscimos de velocidade, por que não posso acreditar que tais acréscimos de velocidade não ocorrem segundo a proporção mais simples e mais óbvia? Se considerarmos atentamente o problema, não encontraremos nenhum acréscimo mais simples que aquele que sempre se repete da mesma maneira. O que entenderemos facilmente, se considerarmos a estrita afinidade existente entre o tempo e o movimento: do mesmo modo, com efeito, que a uniformidade do movimento se define e se concebe com base na igualdade dos tempos e dos espaços (...), assim também, mediante uma divisão do tempo em partes iguais, podemos perceber que os aumentos de velocidade acontecem com simplicidade; concebemos no espírito que um movimento é uniforme e, do mesmo modo, continuamente acelerado, quando, em tempos iguais quaisquer, adquire aumentos iguais de velocidade.” (Galilei, 1988, p. 160).

Nas observações de Galileu o movimento passa a ser matematizado e o tempo assume participação fundamental em sua construção. “Esse momento marca de forma indelével a introdução do conceito de tempo de modo profundo na mecânica, abrindo o caminho que leva ao tempo absoluto newtoniano.” (Martins, 1998, p. 135).

O cuidado de Galileu com a característica do tempo de que este pode ser medido aparece em seus relatos derivados de suas experiências. Conforme nos apresenta Martins (1998), os estudos realizados por Galileu sobre pêndulo relacionavam-se com o entendimento da relevância de uma medição mais precisa do tempo.

“No que diz respeito à medida do tempo, empregávamos um grande recipiente cheio de água, suspenso no alto, o qual, por um pequeno orifício feito no fundo, deixava cair um fino fio de água, que era recolhido num pequeno copo durante todo o tempo em que a bola descia pela canaleta ou por suas partes. As quantidades de água assim recolhidas eram a cada vez pesadas com uma balança muito precisa, sendo as diferenças e proporções entre os pesos correspondentes às diferenças e proporções entre os tempos; e isto com tal precisão que, como afirmei, estas operações, muitas vezes repetidas, nunca diferiam de maneira significativa.” (Galilei, 1988, p. 176).

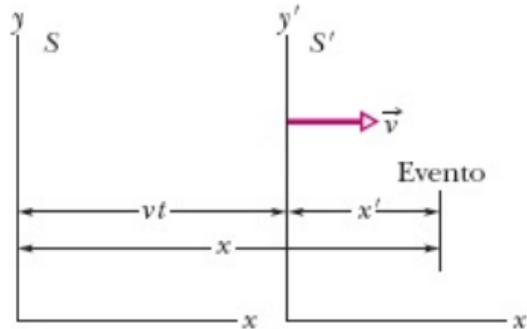
Galileu (1988) descreve o experimento de um plano inclinado, utiliza-se para marcação do tempo uma clepsidra (ou relógio de água), de onde decorre que $s \propto t^2$, relação de que s (distância percorrida) é diretamente proporcional ao quadrado do tempo.

Segundo Martins (1998), Galileu acreditava que o tempo era contínuo e composto por infinitos instantes, elementos infinitamente pequenos e indivisíveis, onde representou esse tempo em um seguimento de reta.

Caso o tempo seja tomado como absoluto, esse apresentará como independente de referencial, o que traduz que dois referenciais inerciais deverão perceber a passagem do tempo

de maneira idêntica entre si. As transformações de Galileu evidenciam essa ideia de maneira nítida e quando o valor da velocidade v é pequeno em comparação a c as equações obtidas constituem uma boa aproximação como poderá ser observado pela teoria da relatividade (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

Figura 06: Dois referenciais inerciais: o referencial S' está se movendo com velocidade \vec{v} em relação ao referencial S .



Fonte: Halliday; Resnick; Walker, 2012, p. 153.

Equações obtidas da transformação de Galileu nas condições de que os eixos x e x' paralelos entre si, considerando que v possua apenas a componente v_x não nula, e $v =$ velocidade constante de O' em relação à O , tem-se:

$$x = x' + v \cdot t, \quad (1)$$

$$y = y', \quad (2)$$

$$z = z', \quad (3)$$

$$t = t'. \quad (4)$$

2.10.3 O TEMPO DE NEWTON (1642-1727)

Para Newton (1990) havia um espaço absoluto e todos os objetos encontravam-se em movimento em relação a este referencial, possuindo uma velocidade relativa quando o referencial eram outros objetos e uma velocidade absoluta quando o referencial era o espaço absoluto, assim, este espaço conserva-se imóvel e constante, não existindo relação com qualquer elemento externo este apresenta-se como espaço absoluto por sua própria natureza. Assim como para o espaço absoluto, define-se o tempo absoluto, também identificado como duração, segundo Newton (1990) é de sua natureza fluir de maneira uniforme, não sendo influenciado por elementos externos.

“Contudo, observo que o leigo não concebe essas quantidades sob outras noções exceto a partir das relações que elas guardam com os objetos perceptíveis. Daí surgem

certos preconceitos, para a remoção dos quais será conveniente distingui-las entre absolutas e relativas, verdadeiras e aparentes, matemáticas e comuns. I - O tempo absoluto, verdadeiro e matemático, por si mesmo e da sua própria natureza, flui uniformemente sem relação com qualquer coisa externa e é também chamado de duração; o tempo relativo, aparente e comum é alguma medida de duração perceptível e externa (seja ela exata ou não uniforme) que é obtida através do movimento e que é normalmente usada no lugar do tempo verdadeiro, tal como uma hora, um dia, um mês, um ano.” (Newton, 1990, p. 7).

A Primeira Lei de Newton, também conhecida como Lei da Inércia, afirma que se uma força resultante que atua sobre um determinado corpo for 0 ($\vec{F}_{res} = 0$) o corpo não sofrerá aceleração, dessa forma sua velocidade deverá permanecer constante (Halliday; Resnick; Walker, 2012). “Segunda Lei de Newton: A força resultante que age sobre um corpo é igual ao produto da massa do corpo pela aceleração” (Halliday; Resnick; Walker, 2012, p. 95). Já a Terceira Lei de Newton, também conhecida como princípio da ação e reação, descreve que se uma força for aplicada em um corpo, este último exercerá uma força sobre o primeiro de mesmo módulo, mas de sentido contrário (Halliday; Resnick; Walker, 2012). O autor observa que as leis de Newton são válidas para o referencial inercial.

Dáí tem-se que:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}, \quad (5)$$

$$\vec{F} = m\vec{a}. \quad (6)$$

Sendo que o momento é $\vec{p} = m\vec{v}$ e \vec{F} é a força resultante sobre o corpo, observaremos a situação em que a massa é constante e a força é constante, logo:

$$m\vec{a} = m \frac{d(\vec{v})}{dt} \Rightarrow \vec{a} dt = d\vec{v} \Rightarrow \int_0^t \vec{a} dt = \int_{v_0}^v d\vec{v} \Rightarrow \vec{a}t = \vec{v} - \vec{v}_0 \Rightarrow \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t. \quad (7)$$

Observa-se que pela Segunda Lei de Newton a velocidade e o tempo também se relacionam, como mostra a equação (7).

Mantendo as integrações encontra-se:

$$\int_0^t \vec{v} dt = \int_0^t \vec{v}_0 dt + \int_0^t \vec{a}t dt \Rightarrow \vec{S} = \vec{S}_0 + \vec{v}_0t + \frac{\vec{a}t^2}{2}. \quad (8)$$

Verificando que pela Segunda Lei de Newton a posição e o tempo se relacionam como demonstrado na equação (8).

Desse modo, tanto o espaço absoluto quanto o tempo absoluto existem, na visão newtoniana, de maneira independente dos objetos e por não estarem dispostos a se afetarem por fenômenos físicos essas características são verdadeiras, matemática e de sua própria natureza, por não serem perceptíveis é necessária uma abstração para seus entendimentos (Newton, 1990).

Na astronomia, o tempo absoluto é distinto do tempo relativo por meio da correção do tempo aparente. Como explica Newton (1990), embora os dias naturais sejam comumente considerados iguais, eles são de fato desiguais. Os astrônomos corrigem essa diferença para medir os movimentos celestes com maior precisão. Newton (1990) argumenta que pode não haver um movimento uniforme que permita a medição rigorosa do tempo, sendo que todos os movimentos podem ser acelerados ou retardados. Contudo, o fluxo do tempo absoluto permanece inalterado. A duração ou persistência da existência das coisas mantém-se a mesma, independentemente da rapidez, lentidão ou até mesmo ausência de movimento. O autor conclui que essa duração deve ser diferenciada das medidas perceptíveis, que são derivadas por meio da equação astronômica.

2.10.4 O TEMPO DE GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ (1646-1716)

Diferente das conceituações realizadas por Isaac Newton, um de seus contemporâneos, irá contrapor as ideias referentes ao espaço e tempo absoluto proposta por ele. Para Leibniz (1983), ambos são puramente relativos, o primeiro deveria ser da ordem das coexistências (possibilidade da ordem das coisas de existirem ao mesmo tempo) e o segundo da ordem das sucessões (gerado a partir da observação do fluxo do acontecimento).

“Quanto a mim, deixei assentado mais de uma vez que, a meu ver, o espaço é algo puramente relativo, como o tempo; a saber, na ordem das coexistências, como o tempo na ordem das sucessões. De fato, o espaço assinala em termos de possibilidade uma ordem das coisas que existem ao mesmo tempo, enquanto existem junto, sem entrar em seu modo de existir. E quando se veem muitas coisas junto, percebe-se essa ordem das coisas entre si.” (Leibniz, 1983, p. 177).

As ideias relativas ao tempo e espaço absolutos da mecânica newtoniana foram contestadas por Leibniz (1983), encontrando apoio em outros cientistas e pensadores que acabaram influenciando a descoberta de outras teorias como veremos nas próximas discussões.

2.10.5 O TEMPO DE ERNEST MACH (1838-1916)

Algum tempo depois no século XIX, a concepção de Newton sobre espaço e tempo absolutos é contestada também por Mach (1949) o qual considerava inconcebível a ideia de um espaço e tempo absolutos que não poderiam ser observáveis, mas, por outro lado, causariam efeitos físicos.

Mach (1949) recusa em seu tratado acerca do desenvolvimento histórico da mecânica uma provável existência de um tempo absoluto, segundo o autor o tempo é o resultado alcançado por uma comparação de dimensões, sendo essas medições relacionadas com uma ideia de medida que surge das comparações fisiológicas, configurando a própria ideia de tempo uma abstração.

A questão de que um movimento seja uniforme em si não tem nenhum sentido. Muito menos podemos falar de um “tempo absoluto” (independente de toda variação). Este tempo absoluto não pode ser medido por nenhum movimento, não tem pois nenhum valor prático nem científico; ninguém está autorizado a dizer que sabe algo dele; não é senão um ocioso conceito “metafísico”. (Mach, 1949, p. 190).

Mach (1949) argumenta que para medir algo é necessário compará-lo, a ideia de tempo condiz com o conteúdo da memória e o da percepção em suas correlações, ao comparar as consecutivas posições de um pêndulo com outro ponto (referência) o movimento seria percebido, mesmo se esse ponto não existisse, ele defendeu que ainda seria possível observar recorrendo à memória e percepção observador. Assim, o movimento seria descrito como uniforme se analisado a outro movimento de mesma natureza.

Assim como Leibniz, Mach nega a concepção de Isaac Newton de espaço e tempo absolutos, manteve-se crítico da mecânica newtoniana, influenciando outros cientistas e pensadores a desenvolverem novas teorias, dentre eles Albert Einstein (Martins, 1998).

2.10.6 O TEMPO DE ALBERT EINSTEIN (1879-1955)

Para Einstein (1999) a teoria eletromagnética e o princípio da relatividade tornam-se compatíveis devido a constância da velocidade da luz que por sua vez assegura as equações de onda de Maxwell, sem contar com um sistema inercial particular como o do éter luminoso em repouso, mas sim, para qualquer observador. A contradição de que para a mecânica clássica a formulação das leis naturais independe a escolha do sistema inercial e a teoria eletromagnética fazia uso de um sistema inercial particular ocasionou que poderia existir uma equidade dos sistemas inerciais.

A dificuldade em propor uma teoria que adequasse o princípio da relatividade da mecânica, o eletromagnetismo clássico e as equações de Maxwell era o problema que estava diante de Einstein. As equações das ondas eletromagnéticas de Maxwell e o postulado do movimento uniforme relacionam-se com o postulado da constância da velocidade da luz e abdicar-se deste último era também se desprender dos outros.

Em resposta a essas condições surge a teoria da relatividade especial ou restrita que torna compatíveis o princípio da relatividade, as equações de Maxwell e a constância da velocidade da luz, Einstein (1999), propõe que as transformações de Lorentz descreveriam que para cada sistema de referência as medidas de espaço e tempo de dois observadores variam, trazendo também em seu postulado que para qualquer sistema de referencial inercial a constância da luz no vácuo (c) é a mesma, surgindo também uma nova entidade, espaço-tempo, não existindo dissociação das medidas de espaço ou tempo.

A ideia de uma totalidade de eventos que são simultâneos com um evento determinado existe, é verdade, em relação a um sistema inercial particular, porém não é mais independente da escolha do sistema inercial. O contínuo quadridimensional já não se decompõe mais objetivamente em seções que contêm todos os eventos simultâneos. O “agora” deixa de ter seu significado objetivo para o mundo espacialmente estendido. Isto implica que devemos considerar espaço e tempo como um contínuo quadridimensional objetivamente indissociável, se quisermos expressar o conteúdo das relações objetivas sem cair em uma desnecessária arbitrariedade (Einstein, 1999, p. 123).

Como exemplifica Martins e Zanetic (2002) ao tomar dois observadores, cada um em seu sistema de coordenadas, sendo que o primeiro observa o evento no sistema referencial inercial K de coordenadas espaço temporais (x, y, z, t) , e o segundo no sistema inercial K' de coordenadas espaço temporais (x', y', z', t') , considerando que a velocidade relativa entre os dois sistemas é V na direção do eixo x , passa a configurar um problema que seria resolvido pela Transformação de Lorentz, deixando de respeitar as Transformação de Galileu. Assim, Einstein (1999) chega-se a uma relativização do conceito de simultaneidade, pois ao analisar referenciais diferentes estes deixarão de concordar com relação aos acontecimentos dos eventos, ou seja, o intervalo de tempo medido pelos observadores nos diferentes referenciais será também diferente, dessa maneira a noção absoluta de espaço e tempo apresentadas por Newton é contestada por Einstein que apresenta as ideias de contração do espaço e dilatação do tempo.

“Consideremos agora um relógio que marque segundos e que se encontra em repouso no ponto inicial $(x' = 0)$ de K' . Consideremos $t' = 0$ e $t' = 1$ duas batidas consecutivas deste relógio. Para estas duas batidas, a [quarta equação] das transformações de Lorentz [fornece]: $t = 0$ e $t = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$. Observado a partir de K , o relógio está em movimento com a velocidade V ; em relação a este corpo de referência, entre duas de

suas batidas transcorre não um segundo, mas sim $\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ segundos, portanto um intervalo de tempo um pouco maior. Como consequência do seu movimento, o relógio anda um pouco mais lento do que no estado de repouso.” (Einstein, 1999, pp. 36-37).

Em resposta a essas condições surge a teoria da relatividade especial ou restrita que torna compatíveis o princípio da relatividade, as equações de Maxwell e a constância da velocidade da luz, Einstein (1999), propõe que as transformações de Lorentz descreveriam que para cada sistema de referência as medidas de espaço e tempo de dois observadores variam, trazendo também em seu postulado que para qualquer sistema de referencial inercial a constância da luz no vácuo (c) é a mesma, surgindo também uma nova entidade, espaço-tempo, não existindo dissociação das medidas de espaço ou tempo.

Analisando a fórmula da contração do tempo pode-se verificar que quanto maior o valor de V maior será o efeito percebido na diferença entre os tempos verificados nos relógios dos distintos referenciais, desse modo, ao analisar a situação, o primeiro observador constata que o tempo no relógio do referencial em movimento transcorre de forma mais lenta em relação ao referencial estático. Contudo, o segundo observador, que agora está no referencial estático, também observa que o relógio do primeiro observador (agora em movimento) se move mais devagar, indicando uma simetria na descrição de cada sistema.

Segundo Martins (1998) em 1916 Albert Einstein apresenta sua Teoria da Relatividade Geral que relativiza a Teoria da Relatividade Especial (TRE) com a Lei da Gravitação Universal de Isaac Newton, prevendo que diante de um campo gravitacional há uma dilatação temporal, a gravidade deforma as linhas retas do espaço-tempo da TRE em linhas curvas, preconizando uma transformação na geometria do espaço-tempo.

Martins (1998) exemplifica esse fenômeno com o exemplo de dois relógios, um posicionado na superfície da Terra e outro situado em grandes altitudes, verifica-se que o primeiro anda mais lentamente que o segundo, o mesmo pode ser observado para os processos atômicos, apesar da diferença verificada ser relativamente pequena para a situação apresentada, já existem experimentos que obtiveram sucesso na comprovação dessas desigualdades. O autor descreve a influência da Teoria da Relatividade Geral (TRG) nas investigações apresentadas na cosmologia.

Os vários modelos cosmológicos que emergiram com a (TRG), geram teorias e especulações acerca da origem temporal do Universo. No modelo padrão, que determina a ocorrência de um *Big Bang* há aproximadamente 15 (20? 10?) bilhões de anos, surge a instigante dúvida sobre se o tempo teve início na grande explosão, o que impacta

significativamente nossa compreensão sobre a evolução do Cosmos e suscita importantes questões tanto filosóficas quanto científicas (Martins; Zanetic, 2002).

A gravidade deforma as linhas retas do espaço-tempo da TRE em linhas curvas o que permite uma determinada alteração nas percepções temporais de um observador, entretanto, a TRG não exclui as viagens no tempo, ou seja, ela não inviabiliza deslocamentos em pontos diferentes no tempo, como nos mostra Martins e Zanetic (2002), é comum explorar em artigos e livros de divulgação um aspecto fascinante da TRG que é a possibilidade de realizar viagens no tempo, por meio de deformações espaço-temporais que permitam a um viajante percorrer uma trajetória fechada do tipo-tempo. Essa teoria levanta questões intrigantes, como a possibilidade de alteração do passado, que têm sido objeto de debate e reflexão por muitos estudiosos.

2.10.7 A IRREVERSIBILIDADE DO TEMPO

A irreversibilidade do tempo significa que o tempo só se move em uma direção, e não pode voltar atrás, indo do passado para o futuro, denotando que eventos que ocorreram no passado não podem ser transformados ou desfeitos e que o futuro é incerto e não pode ser previsto com certeza absoluta. A irreversibilidade do tempo está vinculada com a segunda lei da termodinâmica, estabelecendo que a entropia de um sistema fechado sempre aumenta com o tempo, significando que o tempo é irreversível, uma vez que o aumento da entropia torna impossível para os sistemas retornarem completamente a um estado de menor entropia (Martins, 2002).

Na Física, a “flecha do tempo” se refere à direção irreversível do tempo, que flui do passado para o futuro e determina a ordem em que as coisas acontecem, desse modo, os eventos físicos orientam-se a ocorrer em uma direção específica do tempo, e essa direção é chamada de flecha do tempo. Essa ideia é importante para entendermos diversos fenômenos, incluindo a entropia, o processo de envelhecimento e a irreversibilidade dos processos termodinâmicos (Martins, 2002).

2.10.8 O TEMPO HOJE

A medida de tempo envolve mais do que a simples comparação entre um relógio e um evento observado, os físicos buscam alternativas para desenvolver tecnologias cada vez mais precisas onde os relógios forneçam exatidão quando medidos e comparados no fornecimento

de seus dados, sem tal precisão não seria possível a utilização do Sistema de Posicionamento Global (GPS – Global Positioning System) um sistema de navegação via satélite usado no mundo inteiro (Halliday; Resnick; Walker, 2012).

O tempo tem dois aspectos. No dia a dia e para alguns fins científicos, queremos saber a hora do dia para podermos ordenar eventos em sequência. Em muitos trabalhos científicos, estamos interessados em conhecer a duração de um evento. Assim, qualquer padrão de tempo deve ser capaz de responder a duas perguntas: “Quando isso aconteceu?” e “Quanto tempo isso durou?” (Halliday; Resnick; Walker, 2012, p.5).

Os padrões de tempo, segundo Halliday (2012), relacionam-se com fenômenos que se repetem de maneira similar, durante séculos a referência da medida de tempo adotada era a rotação da Terra que estabelecia a duração de um dia. Os relógios atômicos surgem da necessidade de propor um padrão de tempo mais preciso e em 1967 durante a 13ª Conferência Geral de Pesos e Medidas definiu-se “Um segundo é o intervalo de tempo que corresponde a 9.192.631.770 oscilações da luz (de um comprimento de onda especificado) emitida por um átomo de césio 133.” (Halliday; Resnick; Walker, 2012, p.5)

Os relógios atômicos são tão estáveis que, em princípio, dois relógios de césio teriam que funcionar por 6000 anos para que a diferença entre as leituras fosse maior que 1 s. Mesmo assim, essa precisão não é nada em comparação com a dos relógios que estão sendo construídos atualmente, que pode chegar a 1 parte em 10^{18} , ou seja, 1 s em 1×10^{18} s (cerca de 3×10^{10} anos). (Halliday; Resnick; Walker, 2012, p.6).

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste capítulo realiza-se a descrição dos processos de construção e aplicação da sequência didática produzida e os recursos didáticos empregados. Um ponto importante da pesquisa que é descrito nessa etapa são os instrumentos de coleta de dados que integram os estágios de avaliação fornecendo o efeito da utilização da sequência didática e dos recursos no entendimento do conteúdo.

3.1 A Pesquisa Qualitativa

A presente pesquisa foi proposta em um formato qualitativo tendo como base um estudo de caso descritivo/interpretativo. Segundo Moreira (2016), neste modelo de pesquisa ocorre a abrangência de um dos principais tópicos que é o da interpretação dos significados designados pelos indivíduos e as suas ações que passam pela observação participativa, na qual são criados questionamentos e hipóteses, analisando pela aplicação de estudos de casos particulares com o objetivo de buscar uma narrativa com detalhes e o modelo interpretativo das propostas.

A metodologia empregada foi de pesquisa qualitativa, utilizando o estudo de caso. Bogdan e Biklen (1994) falam sobre a relevância que existe na compreensão dos investigadores a respeito dos pensamentos subjetivos dos participantes do estudo. O meio no qual a análise ocorre é complexo, por isso é necessário ter uma visão que compreenda um cenário geral através das informações subjetivas que são oferecidas durante a vivência do trabalho. A participação dos alunos e suas colaborações trazem para os colegas melhor compreensão dos conceitos demonstrados, anotações, resoluções de problemas e atividades foram colocados como ferramentas de avaliação da pesquisa.

O objetivo maior em relação a uma pesquisa qualitativa é a possibilidade de entendimento dos fenômenos sociais sob o prisma dos próprios alunos, no papel de atores desse processo e também da participação em suas vidas. Para Moreira (2016), o foco são questões relativas à realidade e experiências de vida e não apenas números, é através da dinâmica das interações sociais e interpessoais que se busca compreender ideias e conceitos.

Moreira (2016) relata que para a pesquisa qualitativa pode-se destacar três principais metodologias dentre seus seguimentos, sendo elas a etnografia, a pesquisa-ação e os estudos de casos. Existem diversas possibilidades metodológicas disponíveis e dentre elas o método empregado nesta pesquisa foi o de estudo de caso. Como apresenta Moreira (2016), esse método o objetivo da pesquisa é o de analisar e estudar um indivíduo, um grupo ou um fenômeno.

Portanto, fazer uma pesquisa do tipo estudo de caso, isto é, para entender um caso, para compreender e descobrir como as coisas ocorrem e por que ocorrem, para talvez prever algo a partir de um único exemplo ou para obter indicadores que possam ser usados em outros estudos (talvez quantitativos) é necessário uma profunda análise das interdependências das partes e dos padrões que emergem. O que se requer é um estudo de padrões, não de variáveis isoladas (Moreira, 2016, p. 13).

Todo método pode trazer algumas limitações e com a pesquisa qualitativa não é diferente. Para Gerhardt e Silveira (2009), o que muito se observa é que em certas ocasiões o pesquisador acaba tendo um excesso de confiança em seu exercício de coleta de dados, com isso podem ocorrer falhas ao discorrer sobre detalhes importantes de como as conclusões foram alcançadas, as vezes o pesquisador acaba se envolvendo muito na circunstância pesquisada e sente que está em domínio completo da situação e do seu objeto de estudos e isso configura alguns riscos na pesquisa qualitativa, há que se estar atento a essas limitações.

3.2 O Ensino

Construído de forma colaborativa entre Estado e municípios, o Currículo da Secretaria de Estado do Espírito Santo (Espírito Santo, 2020), apresenta-se como um referencial que direciona as necessidades educacionais que dizem respeito ao Espírito Santo e que ao mesmo tempo se preocupa em atender a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Suas orientações são utilizadas como parâmetros os quais as escolas da rede buscam fundamentar-se em conteúdo, habilidades e competências que precisam estar presentes nas aulas dos professores, assim como em seus planejamentos.

É um documento importante que carrega um referencial que sinaliza e norteia as ações que precisam constar no ensino-aprendizagem nas escolas com nitidez fornecendo ao professor uma base para composição de seus planejamentos.

O professor também poderá contar para realizar os planejamentos de suas aulas com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (Brasil, 2002), que orientam os conteúdos fundamentais a serem trabalhados não apenas como transmissão do conhecimento, mas que o docente por meio de suas práticas direcione os estudantes à aprendizagem. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) são os documentos que constituem a grade curricular de uma instituição educativa, tais materiais concede aos educadores recursos para que alcancem melhores práticas pedagógicas nas atividades realizadas no cotidiano escolar.

Sendo assim, descreve-se os o PCNEM com as características de ser um auxiliar para

os educadores na composição de suas atividades escolares, servindo de incentivo e base à uma reflexão da prática diária, da construção do planejamento das aulas e especialmente do currículo escolar, fornecendo conhecimento relevante ao docente e a gerência da escola, desse modo servindo para a atualização desses profissionais.

No Quadro 07 destaca-se as Orientações presentes no Currículo do Espírito Santo 2022 que se relacionam com a pesquisa.

Quadro 07: Orientações presentes no Currículo do Espírito Santo 2022

Unidades Temáticas	Habilidades	Objeto de Conhecimento
Vida e Evolução	<p>História e Filosofia da Ciência</p> <p>EM13CNT201/ES: Identificar, analisar e discutir transformações de ideias, modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo.</p>	<p>Vida e Evolução</p>
Terra e Universo	<p>Mecânica Newtoniana.</p> <p>EM13CNT301FISa/ES: Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões de enfrentamento de situações-problema de comunicação, transporte, saúde, ou outro, com correspondente desenvolvimento científico e tecnológico.</p>	<p>Transformações de ideias, modelos, teorias e leis;</p> <p>Introdução à Física</p> <p>Terra e Universo</p>
Matéria e Energia	<p>EM13CNT303FISa/ES: Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas da Mecânica Newtoniana, da Física Moderna e Contemporânea, disponível em diferentes mídias, visando a promoção da divulgação científica na comunidade escolar além de construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.</p> <p>EM13CNT204FISa/ES: Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, com ou sem uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros), como descrever e</p>	<p>Mecânica Newtoniana.</p> <p>Matéria e Energia</p> <p>Termodinâmica</p>

	<p>comparar características físicas e parâmetros de movimentos de veículos ou outros objetos e avaliar propostas ou políticas públicas em que conhecimentos científicos ou tecnológicos estejam a serviço da melhoria das condições de vida e da superação de desigualdades sociais. EM13CNT205FISb/ES: Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais e compreender a construção de tabelas, gráficos e relações matemáticas para a expressão do saber físico de fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências sendo capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva</p> <p>Descrever qualitativamente a segunda lei da termodinâmica e suas aplicações;</p>	
--	---	--

Fonte: Secretaria Municipal de Educação, Cultura e Esportes, 2022

Observa-se alguns descritores (PAEBS) de Física, presentes nas Orientações do Currículo do Espírito Santo 2022, a serem atingidos durante o desenvolvimento do aluno no decorrer do Ensino Médio.

D14 (F) Aplicar a Primeira e a Segunda Lei da Termodinâmica em situações que envolvam transformações térmicas.

D42 (F) Identificar as principais unidades de medidas físicas no Sistema Internacional de Unidades.

D43 (F) Reconhecer as características das grandezas físicas escalares e vetoriais.

D44 (F) Realizar operações básicas com grandezas vetoriais.

D45 (F) Relacionar as grandezas (distância, tempo, velocidade e aceleração) em operações algébricas nos movimentos retilíneos e circulares.

Com a imagem de que é necessário a oferta de novas abordagens buscando a inovação das práticas do educador e que atendam aos interesses do aluno ao se confrontarem com as matérias específicas de Física, assim como as outras, de modo que o aprendizado significativo ocorra e contemple os conteúdos que se encontram disponibilizados no Currículo do Espírito Santo busca-se criar esta Sequência Didática.

3.3 Análise de Dados

A análise dos dados é conduzida com base na interpretação fundamentada nos referenciais teóricos discutidos no capítulo 2. A intenção é verificar como as teorias dialogam com os dados e como elas ajudam a compreender os fenômenos observados.

Os dados foram coletados utilizando os instrumentos descritos posteriormente neste capítulo e serão analisados em função das comparações necessárias com as fundamentações teóricas adotadas. O propósito é evidenciar as correlações entre os resultados obtidos e os pressupostos teóricos, destacando tanto as convergências quanto as possíveis divergências.

O capítulo 5, dedicado à análise dos resultados e às discussões sobre a aplicação do produto, será o espaço no qual os dados serão examinados e relacionados de maneira sistemática com os referenciais teóricos abordados, buscando identificar correspondências e contrastes entre as descobertas empíricas e o quadro teórico que embasa este estudo.

3.4 Os Instrumentos

Durante a aplicação do *PI*, que consiste na aplicação de testes conceituais aos estudantes, o pesquisador teve a oportunidade de coletar informações relevantes sobre a atividade, tais ideias são verificadas durante as avaliações que ocorreram ao longo das aulas.

Bogdan e Biklen (1994), relatam sobre a importância de entender os pensamentos subjetivos dos participantes pelos investigadores, sendo estes os principais agentes de coleta dos dados descritivos na pesquisa qualitativa.

Durante o início de cada etapa, que ocorreu nos 1º, 4º e 7º momentos, foram utilizados alguns instrumentos de coleta. Entre eles, destacam-se os Questionários de Conhecimentos Prévios (C.P.), que avaliaram o conhecimento inicial dos estudantes. Além disso, ocorreu a aplicação do Estudo de Caso respondido pelos estudantes, o que ajuda a entender sua percepção inicial dos conteúdos que foram abordados, além das respostas apresentadas pelos estudantes, foram realizadas observações e anotações advindas do debate com os alunos contextualizado na pergunta-chave dos Casos.

Durante os 2º, 5º e 8º momentos, ocorreram aulas expositivas e dialogadas, onde os instrumentos de coleta foram as anotações e observações realizadas pelo docente a partir das dúvidas apresentadas pelos estudantes. Além disso, foram aplicados questionários com questões elaboradas pelos autores, bem como uma seleção de questões do Enem e de vestibulares, que serviram como instrumentos de coleta para posterior análise.

No decorrer dos 3º, 6º e 9º momentos, os instrumentos de coleta incluíram os questionários *Peer Instruction (P.I.)* respondidos pelos estudantes e as novas respostas fornecidas a pergunta-chave apresentadas nos E.C. referentes à etapa de aplicação.

Os procedimentos advindos do *Peer Instruction* verificaram a resposta individual dos estudantes retornando uma porcentagem que direcionou o docente para outras etapas, assim como uma análise que foi retornada com um percentual de acertos, podendo ou não ser liberado a discussão entre os pares de estudantes. Desta forma, por meio das respostas dos estudantes foram realizadas comparações dos resultados obtidos e o professor avaliou se houve ou não uma transformação da ocorrência da aprendizagem dos alunos demonstrando o quão eficiente o produto educacional se apresentou.

No 10º momento os instrumentos utilizados foram as anotações observadas pelo docente a partir da apresentação dos estudantes na explicação dos conteúdos estudados a partir do Mapa Conceitual pelos estudantes. Além disso, os estudantes responderam a uma entrevista que compõe os instrumentos de coleta, conforme Quadro 08, destacando as percepções, experiências e opiniões relacionadas ao conteúdo da aplicação do Produto Educacional do ponto de vista dos alunos e seu envolvimento no processo de aprendizagem.

A entrevista ocorreu em ambiente de sala de aula, onde cada aluno recebeu um documento contendo os questionários a serem preenchidos, estabelecendo assim uma entrevista escrita, com o objetivo de coletar informações sobre sua aprendizagem, assim como verificar a satisfação dos estudantes quanto ao método utilizado, permitindo uma comparação dos resultados obtidos no processo.

Quadro 08: Questões da entrevista

1 - Como você avalia o método de ensino Estudo de Caso utilizado para abordar o conceito de tempo em Física?
2 - Em sua opinião, o método de ensino Estudo de Caso favorece o aprendizado?
3 - Você acredita que o Estudo de Caso é adequado para todos os tipos de alunos?
4 - Você considera que as aulas sobre o tempo em Física foram inovadoras?
5 - Você considera que as discussões em pares utilizadas durante as atividades de <i>Peer Instruction</i> foram eficientes para a aprendizagem do conteúdo?
6 - Quais são as principais vantagens e desvantagens do Estudo de Caso e das atividades com o <i>Peer Instruction</i> ?
7 - Quais são os aspectos que mais chamaram sua atenção durante os encontros?

8 - Você considera que as aulas foram adaptadas às necessidades dos alunos?
9 - Você sugeriria alguma mudança nas práticas desenvolvidas pelo professor? Se sim, qual seria?

Fonte: Elaboração própria, 2024.

3.5 Os Participantes da Pesquisa

A pesquisa foi aplicada em uma turma da 1ª série do Ensino Médio na escola situada na cidade de Cachoeiro de Itapemirim-ES, todo o processo foi conduzido pelo produto educacional, com 1 momento semanal, totalizando 10 momentos com 2 aulas em cada encontro, com um total de 20 aulas até o término, com cada aula possuindo 50 minutos de duração. Os encontros ocorreram durante o turno vespertino, no momento das aulas de Física dos estudantes.

Trata-se de uma escola estadual localizada no centro da área urbana contando com um público heterogêneo onde pode-se observar alunos de famílias de baixa e média renda per capita.

A escola atende quatro turmas de 1ª série do Ensino Médio, contemplando aproximadamente 160 estudantes nessa etapa, onde cada turma possui cerca de 40 alunos matriculados. Os dados apresentados nessa etapa da pesquisa foram obtidos no início do ano de 2024.

O convite aos alunos para participarem da pesquisa foi efetuado mediante um encontro presencial no qual o pesquisador, em conjunto com a gestora e o professor titular, convidaram os estudantes, entregando-lhes os Termos de Autorização Livre e Esclarecida (TALE) e Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) impressos. Os alunos manifestaram posteriormente o interesse em participar, assinando os termos de acordo com as exigências documentais.

O critério de inclusão da turma, que foi selecionada pela escola e pelo professor titular, foi o de pertencer a 1ª série do Ensino Médio, além de considerar que era a primeira utilização do material junto aos alunos, assim, foi escolhido o grupo com menos estudantes, indicado pelo professor titular e por não apresentar nenhum impedimento, permitindo, assim, um maior controle e acompanhamento dos participantes, facilitando a coleta de dados e o registro de informações relevantes. Com um grupo reduzido, foi possível estabelecer uma interação mais próxima e individualizada com os estudantes, o que pode favorecer a qualidade das respostas e a compreensão dos objetivos da pesquisa.

No que diz respeito aos critérios de exclusão e suas possíveis ocorrências, é pertinente ressaltar a importância de uma cuidadosa delimitação, garantindo que tais critérios sejam precisos, justos e alinhados com os princípios éticos da pesquisa.

Conduta imprópria: caso um participante manifestasse comportamento inadequado ou prejudicial ao contexto de aprendizagem, como prática intimidatória, discriminação, falta de consideração ou qualquer modalidade de conduta inapropriada, existia a possibilidade de sua exclusão do estudo.

Desinteresse pelas atividades: se um participante evidenciasse ausência de interesse, motivação ou comprometimento substancial na sequência pedagógica, isso poderia comprometer a fidedignidade dos resultados. Em tal situação, sua exclusão seria considerada para assegurar a representatividade e significância dos dados coletados.

Os critérios de exclusão deviam ser claros, justos, éticos para priorizar a segurança dos participantes. Decisões de exclusão deviam ser baseadas em evidências documentadas.

3.6 Riscos e Benefícios

A pesquisa apresenta-se como um instrumento para o educador e na área da Física, permitindo-lhe a aquisição de novos conhecimentos, capacitando-o para intervir de maneira hábil, reflexiva e competente no contexto sociocultural que se encontra, no entanto, além dos benefícios a pesquisa pode conter alguns riscos aos seus participantes e em relação aos potenciais riscos que são apresentados, é imperativo informar que estes são **categorizados como leves**, assegurando uma abordagem responsável e transparente na avaliação dos impactos associados à participação dos envolvidos na pesquisa.

Cansaço: este risco poderia surgir quando os participantes da pesquisa fossem submetidos a longos períodos de coleta de dados ou a tarefas extenuantes, o que poderia levar à fadiga física e mental.

Mitigação: para diminuir esses riscos, os pesquisadores desenvolveriam sessões de coleta de dados com períodos apropriados e restringiriam a extensão das sessões para evitar sobrecarga dos participantes. Além disso, deveria ser comunicado aos participantes a relevância de descanso adequado antes do início da pesquisa.

Desconforto em relação aos questionários: os participantes poderiam se sentir desconfortáveis ou sob pressão ao responder a questionários, especialmente se as perguntas fossem sensíveis ou invasivas para os mesmos.

Mitigação: os questionários e os instrumentos de coleta de dados foram desenvolvidos procurando evitar indagações excessivamente intrusivas e assegurando que os participantes compreendam a natureza voluntária de seu envolvimento. Ressaltou-se a confidencialidade das respostas e certificou-se de que os participantes estavam cientes de sua prerrogativa de não responder a questões indesejadas.

Risco de desentendimento ou discussão: poderia surgir quando houvesse falta de comunicação, divergências de opiniões, ou incompreensão das perspectivas dos outros.

Mitigação: a intervenção ocorreria ao se notar qualquer problema, evitando possíveis escaladas. Além de incentivar a empatia entre os alunos, promoveu-se a compreensão mútua e o reforço constante sobre a importância do respeito mútuo, incluindo o respeito às opiniões diversas.

Quanto aos benefícios direto na participação da pesquisa aos estudantes e à comunidade tem-se a compreensão do conceito de tempo, abrangendo unidades de medida, equações horárias, velocidade e aceleração, a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel que possibilita conectar o novo conhecimento aos conhecimentos prévios dos alunos, a teoria sociointeracionista de Vygotsky que promove aprendizagem ativa e colaborativa. A pesquisa atendeu às diretrizes do Ensino de Física e à Base Nacional Comum Curricular associada a uma abordagem histórica que permite compreender o desenvolvimento do conceito de tempo com o passar dos anos. As atividades desenvolvem habilidades cognitivas, como pensamento crítico e resolução de problemas, estimulando reflexão e discussão em sala de aula. Os exemplos do cotidiano despertam interesse pela disciplina de Física. Dessa maneira a pesquisa oferece uma educação enriquecedora, promovendo o desenvolvimento intelectual dos estudantes e a divulgação do conhecimento científico.

3.7 Critérios de Suspensão da Pesquisa

Assegurar que a pesquisa fosse conduzida de forma ética e segura, respeitando os direitos e o bem-estar dos participantes envolvidos foi também uma preocupação do pesquisador, nesse sentido, a identificação de riscos significativos à segurança física ou emocional dos participantes, a violação dos princípios éticos, a inconsistência com as normas institucionais e os resultados inesperados ou prejudiciais que pudessem ocasionar a suspensão de uma pesquisa.

Riscos à segurança e bem-estar dos participantes, caso durante a pesquisa fossem identificados riscos significativos à segurança física ou emocional dos participantes, a pesquisa

deveria ser interrompida imediatamente. Isso incluiu situações em que os participantes pudessem sofrer danos físicos, lesões ou traumas psicológicos.

Violação dos princípios éticos, se a pesquisa envolvesse práticas que violassem os princípios éticos estabelecidos para a pesquisa, como a falta de consentimento informado dos participantes, a falta de confidencialidade dos dados ou o uso de métodos que pudessem causar danos injustificados, a pesquisa deveria ser suspensa.

Inconsistência com as normas e regulamentações institucionais, assim, caso a pesquisa fosse conduzida de maneira inconsistente com as normas e regulamentações estabelecidas pela instituição de ensino ou por órgãos reguladores, a suspensão poderia ser necessária.

Resultados inesperados ou prejudiciais, se verificado que durante a pesquisa fosse observados resultados inesperados que pudessem causar danos aos participantes ou que colocassem em risco a validade e a confiabilidade dos dados coletados, a suspensão da pesquisa poderia ser necessária para reavaliar o protocolo e garantir a segurança dos participantes.

A suspensão de uma pesquisa é uma medida de proteção e responsabilidade, visando salvaguardar os interesses e a segurança dos participantes. A decisão de suspender a pesquisa deveria ser tomada em consulta com o comitê de ética em pesquisa, quando aplicável, e seguindo as diretrizes éticas e regulamentações estabelecidas.

3.8 Informações sobre os Resultados

A identidade dos envolvidos não deve ser divulgada a terceiros, permanecendo restrita apenas aos pesquisadores responsáveis pelo estudo. As informações adquiridas por meio de questionários, atividades e instrumentos de coleta devem ser mantidas em sigilo e utilizadas exclusivamente para os propósitos desta investigação. Além disso, os resultados são divulgados em conjunto, eliminando qualquer possibilidade de identificação dos participantes e preservando, assim, o caráter confidencial e a privacidade dos mesmos. Não deve ser disponibilizadas imagens, tampouco o nome ou quaisquer dados pessoais. Todas as informações coletadas devem ser analisadas exclusivamente com o propósito de atender aos objetivos da pesquisa, os quais estão direcionados ao estudo da aprendizagem conceitual.

Comprometemo-nos de forma explícita nosso compromisso integral de divulgar os resultados desta pesquisa, assegurando o merecido crédito aos autores. Este comprometimento reflete nosso zelo ético pela transparência e reconhecimento, fundamentais para preservar a integridade e a excelência dos resultados alcançados no estudo, fortalecendo a confiança na pesquisa científica.

Referente ao acesso aos resultados da pesquisa, é necessário implementar estratégias inclusivas para os participantes sem acesso à internet e ao catálogo de dissertações do IFFluminense, estabelecendo um plano alternativo de entrega de resultados, como a disponibilização de cópias impressas na escola “EEEM CIE “Áttila de Almeida Miranda”.

Eventos de divulgação: poderão ser organizados pelos pesquisadores seminários, conferências e workshops para apresentação e discussão dos resultados da pesquisa, além da participação em eventos, facilitando o acesso direto às informações e a troca de ideias com outros profissionais.

Publicações científicas: Os resultados devem divulgados em revistas científicas de educação, tecnologia educacional ou física, promovendo o avanço do conhecimento na comunidade acadêmica.

Resumo para os participantes: Os pesquisadores elaborarão um resumo acessível e claro dos resultados da pesquisa, direcionado especificamente aos participantes. Esse resumo destacará as principais descobertas e conclusões, visando facilitar a compreensão e permitir que os participantes se beneficiem dos resultados obtidos.

É importante que os pesquisadores se comprometam a compartilhar os resultados da pesquisa de forma ética e responsável, respeitando as diretrizes éticas e as políticas de divulgação científica estabelecidas pela instituição ou agência financiadora da pesquisa. Dessa forma, o conhecimento gerado pode ser disseminado de maneira ampla e contribuir para o avanço do campo de estudo.

A implementação dessas medidas de salvaguarda da confidencialidade e privacidade demonstra o compromisso ético dos investigadores em preservar os direitos e o bem-estar dos participantes. Ao assegurar a confidencialidade dos dados obtidos, fomenta-se um ambiente de segurança e confiança para os participantes envolvidos no estudo. A preservação da identidade e privacidade dos participantes constitui um elemento essencial no âmbito da pesquisa científica, contribuindo para a integridade e excelência dos resultados obtidos.

3.9 Orçamento

Realizar um orçamento é importante para a gestão financeira eficiente do projeto de pesquisa. Compreender e controlar essas finanças por meio de um orçamento permite uma visão clara das despesas, possibilitando um planejamento adequado e o estabelecimento de metas realistas.

Com o planejamento adequado, é possível monitorar o progresso em direção as metas e fazer os ajustes necessários ao longo do caminho, trazendo tranquilidade e as questões financeiras de maneira eficiente, permitindo o controle, a organização e o planejamento adequado dos custos. Sendo assim, levantou-se os custos para aplicação dessa pesquisa conforme o Quadro 09.

Quadro 09: Orçamento

ITENS	QTD	VALOR	TOTAL
PASTA SANFONADA	3	23,9	71,70
XEROX/IMPRESSÕES	510	0,22	112,20
PASSAGENS (DESLOCAMENTO)	40	4,4	176,00
PINCÉIS	4	25	100,00
APAGADOR	1	18,3	18,30
NOTEBOOK	1	2600	2600,00
PROJETOR	1	645	645,00
CAIXA DE SOM	1	75	75,00
TOTAL DE CUSTOS	R\$		3.798,20

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Dessa maneira, obteve-se uma estimativa precisa dos custos envolvidos, incluindo materiais, equipamentos, deslocamentos, entre outros, garantindo uma gestão financeira adequada e a viabilidade do projeto. Além disso, ressalta-se que tanto o Instituto Federal Fluminense Campus Campos Centro quanto a Escola coparticipante EEEM CIE Áttila de Almeida Miranda – Cachoeiro de Itapemirim/ES não incorreram em nenhum tipo de custo.

3.10 O Material Didático

Diante da proposta desta dissertação que é apresentar uma intervenção didática que em seu processo de aprendizagem apoia-se no método EC e em recursos didáticos como o *Peer Instruction*, foi elaborado um material a ser utilizado pelo professor e em sua composição encontram-se as atividades compostas por roteiros que permitirão ao docente beneficiar-se do método de aprendizagem ativa EC e do *PI* - na abordagem sobre como o Tempo é estudado nos conteúdos de Física do Ensino Médio.

Observa-se como fim deste produto educacional o de incentivar o aluno em seu protagonismo na busca do saber, utilizando-se de estratégias de aprendizagem ativa para que ele se perceba no papel de construtor de sua própria aprendizagem, ao colocá-lo no centro deste

processo ativo o estudante deixa de ser apenas um receptor na sua antiga posição passiva e se permite atuar de forma ativa nos problemas apresentados aplicando seus conhecimentos.

Nesse ambiente educacional o professor deixa de ser transmissor do conhecimento e passa a atuar como um mediador, por isso destaca-se que na utilização desse material o comportamento do docente seja de incentivador e facilitador para que o aprendiz de maneira ativa chegue a seus objetivos durante as atividades. Os debates que ocorreram em sala permitiram que as ideias sejam debatidas entre os estudantes relacionando-as com seus contextos, trazendo diferentes explicações do conteúdo, oportunizando que os conhecimentos possam ser adquiridos de distintas maneiras.

O material didático foi criado para que o professor conduza suas aulas visando a aprendizagem significativa dos estudantes em uma abordagem conceitual sobre o Tempo nos conteúdos de Física, dispôs-se listas de questões retiradas do ENEM e dos exames de vestibulares aplicados pelo país que permitirá que o educador se fundamente para trabalhar os temas de maneira conceitual com seus estudantes e estes consigam por meio do diálogo reduzir a distância entre suas realidades com o mundo científico.

3.11 Breve descrição

A participação nesta pesquisa envolveu a realização de questionários para avaliar o conhecimento prévio dos participantes, seguida pela leitura de Estudos de Caso. Após esta etapa, houve um período de interação e debate mediado pelo docente, durante o qual os alunos puderam expressar suas concepções em relação às questões apresentadas em cada Estudo de Caso. Em seguida, foram ministradas aulas expositivas e dialogadas sobre o conteúdo estudado.

Logo em seguida, os estudantes foram convidados a completar uma lista de atividades relacionadas ao tema de estudo que compreendeu as indagações às quais os discentes forneceram respostas de forma individualizada, foram apresentadas atividades elaboradas pelos pesquisadores, as quais estabeleceram conexões entre o conteúdo abordado e a realidade cotidiana dos alunos, incluindo questões extraídas de exames vestibulares e do Enem. Após essas atividades iniciou-se uma lista de questões conceituais utilizando o *Peer Instruction*. Durante esta fase, pode ser necessário que os alunos se agruparam em duplas para defender seus pontos de vista sobre as hipóteses que orientaram suas respostas às questões. Durante todo o tempo, o docente se preocupou em mediar a atividade, assegurando que tais conversações permanecessem dentro do contexto do conteúdo abordado. Até aqui, essas abordagens foram repetidas nas três primeiras etapas.

Na última Etapa, foi realizada uma revisão de todo o conteúdo abordado, seguida pela análise em um mapa conceitual elaborado pelos pesquisadores, o qual serviu de base para a criação das atividades propostas, para enfim, os alunos discutirem sobre o tema a partir do Mapa Conceitual. Após a conclusão dessa etapa referente ao conteúdo lecionado, os estudantes foram submetidos a uma entrevista escrita, por meio da qual responderam individualmente às questões presentes na entrevista, expressando suas percepções sobre a experiência de participar e estudar através desse método.

A organização das aulas é uma tarefa complexa que exige planejamento e preparação. Se realizada de forma adequada, contribui para o sucesso para o desenvolvimento das habilidades e competências dos alunos. No Quadro 10 apresenta as etapas e os momentos que foram seguidos pelo professor.

Quadro 10: Organizador das etapas e momentos a serem seguidos pelo professor

Etapa	Momentos	Tempo/ Aula	Detalhamento	Instrumentos de avaliação	Conteúdo
1	1	- 2 aulas	- Realizar uma apresentação aos alunos - Aplicar o questionário para levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. - Aplicar o EC I. - Realizar um debate com os alunos que esteja contextualizado na pergunta-chave do Caso I.	- Questionário de Levantamento I - Anotações advindas das observações do professor durante o debate.	- O Tempo no ponto de vista filosófico.
	2	- 2 aulas	- Aula expositiva e dialogada (slides). - Aplicação do Questionário I	- Questionário I.	- Passado, presente e futuro - Métodos para medição do tempo - Instrumentos de medida do tempo
	3	- 2 aulas	- Breve revisão das aulas anteriores realizada pelo professor. - Questionário <i>PI I</i> . - Retorna a pergunta-chave do Caso I coletando a resposta dos alunos.	- Questionário <i>PI I</i> . - Resposta da pergunta-chave do Caso I.	- O Tempo no ponto de vista filosófico. - Passado, presente e futuro - Métodos para medição do tempo - Instrumentos de medida do tempo
2	4	- 2 aulas	- Aplicar o questionário para levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. - Aplicar o EC II. - Realizar um debate com os alunos que esteja contextualizado na pergunta-chave do Caso II.	- Questionário de Levantamento II - Anotações advindas das observações do professor durante o debate.	- Conceito de tempo Absoluto (Newton) - Conceito de tempo Relativo (Leibniz e Mach)
	5	- 2 aulas	- Aula expositiva e dialogada (slides). - Aplicação do Questionário II.	- Questionário II.	- Funções horárias da posição - Função horária da velocidade
	6	- 2 aulas	- Breve Revisão da aula anterior. - Aplicação do questionário <i>PI II</i> .	- Questionário <i>PI II</i> .	- Conceito de tempo Absoluto (Newton).

			- Retorna a pergunta-chave do Caso II coletando a resposta dos alunos.	- Resposta da pergunta-chave do Caso II.	- Conceito de tempo Relativo (Leibniz e Mach). - Funções horárias da posição - Função horária da velocidade
3	7	- 2 aulas	- Aplicar o questionário para levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. - Aplicar o EC III. - Realizar um debate com os alunos que esteja contextualizado na pergunta-chave do Caso III.	- Questionário de Levantamento - Anotações advindas das observações do professor durante o debate.	- Conceito de Dilatação do Tempo - 2ª Lei da Termodinâmica - Conceito de flecha do tempo. - Dilatação Temporal
	8	- 2 aulas	- Aula expositiva e dialogada (slides). - O paradoxo dos gêmeos explicado (Vídeo ¹). - Aplicação do Questionário III.	- Questionário III.	- Conceito de Postulado - Postulados da TRE - Dilatação temporal
	9	- 2 aulas	- Breve Revisão da aula anterior. - Aplicação do questionário <i>PI</i> III. - Retorna a pergunta-chave do Caso III coletando a resposta dos alunos.	- Questionário <i>PI</i> III. - Resposta da pergunta-chave do Caso III.	- Conceito de Dilatação do Tempo - 2ª Lei da Termodinâmica - Conceito de flecha do tempo. - Postulados da TRE - Dilatação temporal
4	10	- 2 aulas	- Utilização do organizador explicativo (Mapa Conceitual) - Revisão ministrada pelo professor - Discussão e Explicação dos conteúdos estudados a partir do Mapa Conceitual pelos estudantes.	- Anotações advindas das observações do professor durante o a discussão e explicação.	- Meios para a medição do tempo. - Contagem do tempo. - Tempo Absoluto, tempo relativo - 2ª Lei da Termodinâmica - Flecha do tempo

Fonte: Elaboração própria, 2024.

¹ Vídeo¹

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

4 DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Durante o desdobrar deste capítulo retrata-se as características do produto educacional voltado para os professores e estudantes do Ensino Médio, as descrições seguem a ordem que se recomenda para a aplicação do produto procurando direcionar as aplicações das atividades proposta nesse trabalho.

O material construído tem como objetivo fornecer uma abordagem conceitual sobre o Tempo abordado nos conteúdos de Física durante o Ensino Médio, abrangendo conceitos fundamentais relacionado a grandeza Tempo, como unidades de medida, estudos das equações horárias das posições, velocidade, aceleração, além de viabilizar exemplos relevantes do cotidiano.

Durante as leituras determinou-se que a abordagem seria direcionada pela Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, trazendo a diferenciação progressiva com o tempo como conceito mais geral e na teoria Sociointeracionista de Vygotsky, devido a métodos de aprendizagem ativas utilizados nas atividades.

4.1 Primeiras Considerações

As etapas apresentadas constituem a proposta de intervenção, onde buscou-se atender as orientações do Ensino de Física apresentadas pelo Currículo da Secretaria de Estado do Espírito Santo e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

A separação das atividades em etapas possibilitou que ocorresse um avanço do conhecimento de forma sistematizada que foi desde algumas das primeiras ideias sobre o tempo (Heráclito e Parmênides) até o conceito de irreversibilidade, flecha do tempo e o tempo hoje.

Com base no que foi exposto, o processo dividiu-se em 4 etapas distintas, onde cada uma buscou atender e discutir características distintas assumidas pelo tempo ao longo da história, organizando-as de forma sequencial e procurando atingir uma aprendizagem significativa pelos estudantes, são elas:

- Etapa 1: O tempo discutido pelos filósofos (Heráclito, Parmênides e Santo Agostinho). Contagem do tempo e alguns instrumentos, anos bissextos.
- Etapa 2: O tempo visto pela compreensão de Newton, Leibniz e Mach. Compreensão do Tempo Absoluto e de sua relatividade.
- Etapa 3: O tempo na Teoria da Relatividade Restrita (Albert Einstein) e na Termodinâmica. Uma abordagem da dilatação do tempo, irreversibilidade temporal e flecha do tempo

- Etapa 4: - Utilização do organizador explicativo (Mapa Conceitual) e revisão ministrada pelo professor, posteriormente seguida de discussão e explicação dos conteúdos estudados a partir do Mapa Conceitual pelos estudantes.

Durante o acontecimento da 1ª etapa o professor aplicou um questionário inicial para que pudesse ser analisado os conhecimentos prévios dos estudantes, ocorreu também o esclarecimento do *PI*, aplicação do EC, apresentação de algumas medições do tempo como calendários, relógio e a curiosidade do ano bissexto.

Na etapa 2 discutiu-se a visão absoluta de tempo de Newton e em contradição a perspectiva de Leibniz e Mach. Apresentou-se as funções horárias do espaço para os movimentos retilíneos e uniforme e movimentos retilíneos uniformemente variados.

No decorrer da etapa 3 verificou-se uma preocupação em determinar o passado, presente e futuro, discutindo-se a irreversibilidade do tempo e a flecha do tempo. Apresentou-se a dilatação do tempo presente na TRE de Albert Einstein, propondo algumas resoluções de exercícios teóricos e de cálculo verificado em alguns vestibulares.

Por fim, na etapa 4 foi ministrada uma aula utilizando-se o organizador explicativo (Mapa Conceitual) e revisão ministrada pelo professor. Entregou-se aos estudantes um mapa conceitual contendo as etapas trabalhadas em sala de aula que serviu de organizador explicativo, fornecendo uma apresentação clara, facilitando o entendimento do conteúdo estudado, posteriormente seguida de discussão e explicação dos conteúdos estudados a partir do Mapa Conceitual pelos estudantes.

4.2 Roteiro do Produto

Para uma compreensão mais explicitada da intervenção didática descreveu-se de forma clara seus elementos, desde a elaboração do questionário para obtenção dos conhecimentos prévios dos estudantes, com momentos de discussões, aplicação de EC, criação de atividades com a aplicação do *Peer Instruction* até utilização de um organizador explicativo, passando por alguns testes no decorrer dos encontros. A atividade relacionada aos conhecimentos prévios permitirá ao professor obter informações sobre o que o aluno já sabe em relação a um determinado assunto, norteando o docente para a introdução de um novo conceito. Informamos que o tempo previsto para a resposta ao questionário para obtenção do conhecimento prévio deverá ocorrer durante o período de **uma aula de 50 minutos**.

Etapa 1: O tempo discutido pelos filósofos (Heráclito, Parmênides e Santo Agostinho). Contagem do tempo e alguns instrumentos, anos bissextos.

A primeira atividade é voltada para a obtenção dos conhecimentos prévios dos alunos, onde cada etapa buscará se informar sobre o que o aluno já sabe sobre o que se estuda naquele momento, desse modo as perguntas são criadas para extrair essas informações e dessa maneira o professor possa se orientar tornando as aulas mais efetivas.

O **Questionário I para obtenção do conhecimento prévio dos estudantes**, apresenta questões que possibilitam ao professor analisar o entendimento prévio dos alunos durante a 1ª Etapa, listado conforme (apêndice A) e que deverá ocorrer durante o período de **uma aula de 50 minutos**.

1º Momento: depois de realizada a aplicação da atividade do **Questionário I** é apresentado para os alunos o EC I (O tempo em uma perspectiva filosófica), o qual contém uma pergunta chave que busca explorar a visão dos estudantes sobre o tempo, após a resolução as respostas são recolhidas e inicia-se uma discussão sobre o conteúdo. Para contextualizar as aulas faz-se uso de uma das características do EC que é a utilização de um questionamento, sendo ele: **Ainda falta um pensador nessa discussão, e este é você estudante. Diante da problemática apresentada no encontro mundial para conceituar o que é o Tempo, entre as propostas identificadas qual lhe parece a mais correta? justifique sua resposta.**

2º Momento: O professor deverá retomar a discussão da aula anterior situando os alunos sobre o contexto da atividade e em seguida inicia-se a explicação dos métodos para medição temporal, apresentando o calendário e suas divisões, as curiosidades de um ano bissexto, o relógio e algumas unidades de medida do tempo (aula expositiva e dialogada). Com o Caso 1 em mãos e após a aula os alunos deverão responder as questões do questionário I.

3º Momento: O professor deverá realizar uma breve revisão do conteúdo e iniciar o questionário *PI I*, que foi elaborado de modo que o aluno possa responder com as placas C (Certo) e E (errado) disponíveis no produto, nessa atividade deverá ser respeitado as indicações da metodologia *Peer Instruction*.

O Quadro 11 resume a primeira etapa da sequência de ensino, apontando os objetivos que se pretende alcançar, o tempo para cumprir essa fase, e os conteúdos sobre o tempo estudados nessa etapa.

Quadro 11: 1ª Etapa da sequência didática

Etapa	Momentos	Tempo/ Aula	Detalhamento	Instrumentos de avaliação	Conteúdo
1	1	- 2 aulas	- Realizar uma apresentação aos alunos - Aplicar o questionário para levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. - Aplicar o EC I. - Realizar um debate com os alunos que esteja contextualizado na pergunta-chave do Caso I.	- Questionário de Levantamento I - Anotações advindas das observações do professor durante o debate.	- O Tempo no ponto de vista filosófico.
	2	- 2 aulas	- Aula expositiva e dialogada (slides). - Aplicação do Questionário I	- Questionário I.	- Passado, presente e futuro - Métodos para medição do tempo - Instrumentos de medida do tempo
	3	- 2 aulas	- Breve revisão das aulas anteriores realizada pelo professor. - Questionário <i>PII</i> . - Retorna a pergunta-chave do Caso I coletando a resposta dos alunos.	- Questionário <i>PII</i> . - Resposta da pergunta-chave do Caso III.	- O Tempo no ponto de vista filosófico. - Passado, presente e futuro - Métodos para medição do tempo - Instrumentos de medida do tempo

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Ao término desta etapa, espera-se que o aluno perceba que a discussão sobre a conceituação do tempo também se apoia em argumentos da Física, compreenda o que é um calendário e suas subdivisões, entenda a ocorrência dos anos bissextos e compreenda as medições de tempo proporcionadas pelos relógios e suas subdivisões.

4º Momento: Inicia-se a aula com a aplicação de uma atividade proposta no **Questionário II para obtenção do conhecimento prévio dos estudantes** que apresenta questões que possibilitam ao professor analisar o entendimento prévio dos alunos durante a 2ª Etapa, listado conforme (apêndice A) e que deverá ocorrer durante o período de **uma aula de 50 minutos**.

Em seguida inicia-se o EC II (Diálogo entre Newton, Leibniz e Mach sobre a natureza do tempo), o qual possui uma pergunta central que possibilita explorar a visão dos alunos sobre o tempo no contexto apresentado. As respostas dos estudantes são coletadas e é iniciada uma discussão sobre o caso, norteadas pela pergunta chave: **Para você estudante, o Tempo é absoluto ou relativo? Considerando os argumentos do EC 2 qual lhe parece mais correto?**

5º Momento: ao iniciar a aula o professor faz um breve resumo da aula anterior para que os alunos organizem os pensamentos sobre o tema abordado, desse modo, o docente inicia a apresentação da função horária do espaço no movimento uniforme, função horária da velocidade no movimento uniformemente variado e a função horária da posição no movimento

uniformemente variado. Com o Caso II em mãos e após a aula ministrada pelo professor inicia-se a questionário II.

6º Momento: o professor revisará do conteúdo e logo após inicia-se o questionário *PI II*, que foi elaborado de modo que o aluno possa responder com as placas C (Certo) e E (errado) disponíveis no produto, o docente deverá realizar as indicações da metodologia *Peer Instruction* nesse momento.

O Quadro 12 sintetiza a segunda etapa da sequência de ensino, apontando os objetivos que se pretende alcançar, o tempo para cumprir essa fase, e os conteúdos sobre o tempo estudados nessa etapa.

Quadro 12: 2ª Etapa da sequência didática

2	4	- 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar o questionário para levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. - Aplicar o EC II. - Realizar um debate com os alunos que esteja contextualizado na pergunta-chave do Caso II. 	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário de Levantamento II - Anotações advindas das observações do professor durante o debate. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conceito de tempo Absoluto (Newton) - Conceito de tempo Relativo (Leibniz e Mach)
	5	- 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> - Aula expositiva e dialogada (slides). - Aplicação do Questionário II. 	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário II. 	<ul style="list-style-type: none"> - Funções horárias da posição - Função horária da velocidade
	6	- 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> - Breve Revisão da aula anterior. - Aplicação do questionário <i>PI II</i>. - Retorna a pergunta-chave do Caso II coletando a resposta dos alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário <i>PI II</i>. - Resposta da pergunta-chave do Caso II. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conceito de tempo Absoluto (Newton). - Conceito de tempo Relativo (Leibniz e Mach). - Funções horárias da posição - Função horária da velocidade

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Após concluir esta etapa, espera-se que o estudante seja capaz de compreender algumas das concepções sobre o tempo, reconhecer a perspectiva newtoniana de um tempo absoluto que não diferencia passado e futuro, utilizar funções horárias para resolver problemas e adquirir conhecimento sobre as unidades de medida sobre o tempo no SI.

7º Momento: Inicia-se a aula com a aplicação de uma atividade proposta no **Questionário III para obtenção do conhecimento prévio dos estudantes** que apresenta questões que possibilitam ao professor analisar o entendimento prévio dos alunos durante a 3ª Etapa, listado conforme (apêndice A) e que deverá ocorrer durante o período de **uma aula de 50 minutos**.

Após recolhido as atividades do **Questionário III** o professor aplicará o Caso III (A complexidade da concepção temporal na Física: debates entre Albert Einstein e a

termodinâmica), onde verifica-se uma pergunta central, possibilitando que os alunos expressem sua visão sobre a flecha do tempo que também foi expressada no diálogo do Caso em questão. Os estudantes deverão registrar suas respostas e após o seu recolhimento inicia-se a discussão do conteúdo presente no Caso, aprofundando os conceitos dos alunos sobre o tempo. A discussão deve ser orientada pela pergunta chave: **Para você estudante, existe uma irreversibilidade dos fenômenos físicos? e o que seria essa flecha do tempo?**

8º Momento: o professor inicia a aula lembrando rapidamente o que foi abordado na aula anterior, para que os alunos situem-se e se preparem para o assunto do dia. Em seguida, o docente deverá apresentar os conceitos sobre o que são os postulados da Teoria da Relatividade Especial e apresentar o conteúdo de Dilatação do tempo, finalizando a aula com o vídeo¹ “O paradoxo dos gêmeos explicado” do canal “Ciência todo Dia” e uma discussão do assunto, disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=98OvQpOkOIU>>. Após a apresentação do vídeo o professor continua a aula aplicando o questionário III.

9º Momento: O docente inicia a aula lembrando brevemente os conceitos aprendidos na aula anterior, os estudantes com o Caso III em mãos e após a aula ministrada pelo professor inicia-se o questionário *PI* III, seguindo os procedimentos exigidos pela metodologia *PI*.

O Quadro 13 sintetiza a terceira etapa da sequência de ensino, apontando seus principais elementos.

Quadro 13: 3ª Etapa da sequência didática

3	7	- 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar o questionário para levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. - Aplicar o EC III. - Realizar um debate com os alunos que esteja contextualizado na pergunta-chave do Caso III. 	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário de Levantamento III - Anotações advindas das observações do professor durante o debate. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conceito de Dilatação do Tempo - 2ª Lei da Termodinâmica - Conceito de flecha do tempo. - Dilatação Temporal
	8	- 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> - Aula expositiva e dialogada (slides). - O paradoxo dos gêmeos explicado (Vídeo²). - Aplicação do Questionário III. 	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário III. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conceito de Postulado - Postulados da TRE - Dilatação temporal
	9	- 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> - Breve Revisão da aula anterior. - Aplicação do questionário <i>PI</i> III. - Retorna a pergunta-chave do Caso III coletando a resposta dos alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário <i>PI</i> III. - Resposta da pergunta-chave do Caso III. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conceito de Dilatação do Tempo - 2ª Lei da Termodinâmica - Conceito de flecha do tempo. - Postulados da TRE - Dilatação temporal

Fonte: Elaboração própria, 2024.

² Vídeo¹

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

O objetivo desta etapa é capacitar o aluno a compreender os postulados da Teoria da Relatividade, compreender os conceitos de irreversibilidade e flecha do tempo, interpretar a relatividade temporal para diferentes observadores e realizar cálculos relacionados à dilatação temporal.

10 ° Momento: inicia-se a aula com a apresentação do organizador explicativo (Mapa Conceitual) e o professor ministra uma revisão dos conteúdos estudados.

Após isso, professor deverá entregar aos estudantes o mapa conceitual sobre o tempo que servirá de organizador explicativo para o estudante, dessa maneira, os discentes iniciam uma explicação sobre todos os conceitos abordados sobre o tempo, revisando todos o conteúdo estudado.

O Quadro 14 sintetiza a quarta etapa da sequência de ensino, apontando os objetivos que se pretende alcançar, o tempo para cumprir essa fase, e os conteúdos sobre o tempo estudados nessa etapa, assim como propondo a revisão dos estudos até aqui realizados.

Quadro 14: 4ª Etapa da sequência didática

4	10	- 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização do organizador explicativo (Mapa Conceitual) - Revisão ministrada pelo professor - Discussão e Explicação dos conteúdos estudados a partir do Mapa Conceitual pelos estudantes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Anotações advindas das observações do professor durante o a discussão e explicação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Meios para a medição do tempo. - Contagem do tempo. - Tempo Absoluto, tempo relativo - 2ª Lei da Termodinâmica - Flecha do tempo
---	----	-----------	--	---	--

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Por fim, na última etapa, busca-se sintetizar o conhecimento adquirido até o momento, abrangendo temas como os diferentes instrumentos utilizados para medir o tempo, a concepção newtoniana de tempo absoluto, a dilatação temporal, a irreversibilidade do tempo, o conceito de flecha do tempo e a aplicação do tempo no cotidiano.

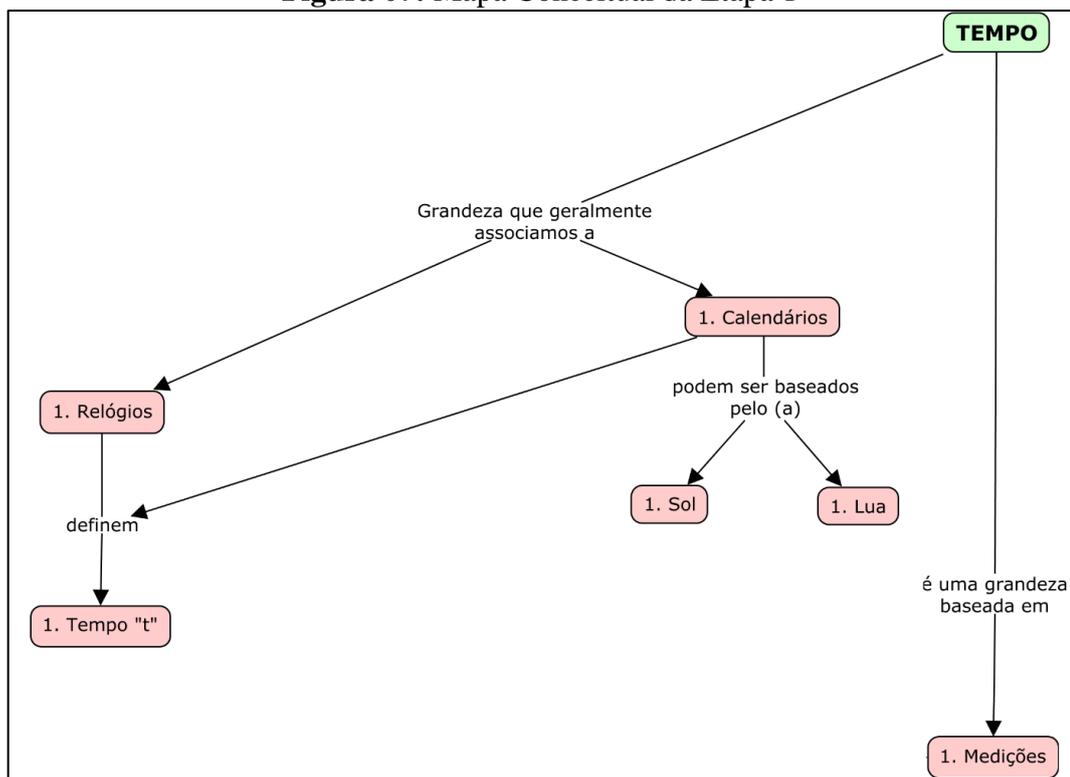
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES DA APLICAÇÃO DO PRODUTO

Neste capítulo, detalha-se a aplicação do produto educacional, presente no Apêndice A, desenvolvido neste estudo, apresentando os dados coletados ao longo das diversas etapas. Além disso, são discutidos e analisados os resultados obtidos com base no referencial teórico adotado na pesquisa, considerando que a análise realizada no decorrer do capítulo segue a interpretação fundamentada nos referenciais teóricos onde as teorias dialogam com os dados, conforme descrito na metodologia do trabalho.

5.1 Etapa 1

No decorrer do desenvolvimento desta Etapa 1, o professor acompanha o progresso dos conteúdos através do Mapa Conceitual, o qual foi elaborado para promover a Diferenciação Progressiva dos conteúdos. O mapa da figura 07 é atualizado ao longo das etapas subsequentes, proporciona recortes que se complementam. Destaca-se o conceito de tempo, considerado pelos autores como o mais geral, com um fundo verde. Em seguida, apresenta-se a Etapa 1, com fundo vermelho e o número “1” posicionado à esquerda para orientar melhor o professor durante as etapas. Esses recursos são úteis para revisões conjuntas com os alunos.

Figura 07: Mapa Conceitual da Etapa 1



Fonte: Elaboração própria, 2024

5.1.1 1º MOMENTO – APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO 1 C.P. E EC I

Neste capítulo, inicia-se a análise dos resultados derivados da aplicação do produto desenvolvido, juntamente com a avaliação do produto educacional, sua eficácia e seus objetivos. Durante a Etapa 1, inicialmente conduzida com uma Turma de 1ª série do Ensino Médio, empregamos o Questionário I C.P. (Conhecimentos Prévios) com nove questões listadas conforme apêndice A e que ocorreu durante o período de uma aula de 50 minutos, com o intuito de colher informações acerca dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o conceito de Tempo. Cada etapa possui uma fase direcionada a sondar o conhecimento prévio dos alunos sobre os temas abordados, de modo que as perguntas foram concebidas para extrair tais informações.

Utilizou-se os questionários como base para otimizar a eficácia do ensino, adaptando-o às compreensões prévias dos alunos e introduzindo novos conceitos de modo a facilitar sua associação com conhecimentos preexistentes. A aprendizagem significativa ocorre quando o aluno relaciona deliberadamente novas informações com conceitos pré-existentes, fundamentando-se no conceito de “subsunçor” para atribuir significado e integrar o conhecimento de forma coerente e duradoura (Moreira, 2009).

Observou-se que apesar da diversidade de respostas, os estudantes demonstram compreensão do que é e como ocorre a passagem do tempo.

Entretanto, em um contexto formal, isto é, apesar da capacidade dos alunos em compreender tais conceitos, a ausência de fundamentação científica frequentemente resulta em dificuldades ao estabelecer conexões entre o tempo e fenômenos físicos correlatos, tais como movimento, velocidade e aceleração. A Figura 08 traz representação da percepção temporal de um aluno, cuja transcrição é a seguinte: “Com o envelhecimento dos seres, ou o movimento do sol.”

Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa ocorre quando um novo conceito se relaciona com uma informação já conhecida pelo sujeito, formando um conceito de “subsunçor” em sua estrutura cognitiva (Moreira, 1999). Esse subsunçor serve como base para atribuir significado a novos conhecimentos (Moreira, 2009). Na interação entre a estrutura cognitiva e as novas informações, estas adquirem significado e se integram de forma não arbitrária, contribuindo para a diferenciação e estabilidade dos subsunçores (Moreira, 2016).

Figura 08: Definição de tempo de um aluno da 1ª série

1 - Como você percebe o tempo?
 com o envelhecimento dos seres, ou o movimento do sol

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Na Figura 09 um aluno descreve sua percepção sobre o tempo, onde o relato diz: “Eu percebo o tempo através da localização do sol, da lua e das estrelas”.

Figura 09: Definição de tempo de um aluno da 1ª série

1 - Como você percebe o tempo?
 Eu percebo o tempo através da localização do sol, da lua e das estrelas.

Fonte: Elaboração própria, 2024.

A seguir, disponibilizamos a transcrição de algumas respostas obtidas sobre a percepção do tempo por meio do questionário 1 C.P. realizado em sala. Alunos A, B, C, D, E não serão sempre os mesmos, sendo selecionados devido à representatividade de suas respostas, que refletem uma compreensão majoritária dos estudantes e possuem relevância em relação ao conteúdo estudado.

1 - Como você percebe o tempo?

- Aluno A – “Quando você acorda o dia tá claro aí quando vai passando o tempo você já percebe que está escurecendo e ficando escuro.”
- Aluno B – “Com as mudanças de estação, com a mudança da posição do sol.”
- Aluno C – “Com a passagem dos minutos/hora.”
- Aluno D – “Com a mudança do sol de posição.”
- Aluno E – “Quando eu olho no celular.”

2 - Como descrever a passagem do tempo?

- Aluno A – “Através do relógio e a passagem do tempo.”
- Aluno B – “Um ponteiro do relógio girando ou algo que estava mas não está mais ali.”
- Aluno C – “Dias.”

- Aluno D – “Podemos notar a passagem do tempo com as estações do ano Verão, Inverno, Primavera e Outono.”
- Aluno E – “Velocidade.”

3 - Como medir o tempo?

- Aluno A – “Contando os segundo, minutos, horas e etc.”
- Aluno B – “Com relógios.”
- Aluno C – “Relógio, cronometro, através de minutos, horas, etc.”
- Aluno D – “Olhando em um relógio ou com algum cálculo usando alguma fórmula.”
- Aluno E – “No relógio.”

4 - Você conhece alguma unidade de tempo?

- Aluno A – “Sim, horas, minutos ... anos.”
- Aluno B – “Segundos.”
- Aluno C – “Hora, minuto e segundo...”
- Aluno D – “Segundo, minuto, hora, ano e etc.”
- Aluno E – “Segundos, minutos, horas.”

5 - Como o tempo se relaciona com o movimento?

- Aluno A – “Pela aceleração ou por distância.”
- Aluno B – “Quando se tem um movimento, se tem um determinado tempo.”
- Aluno C – “Com a velocidade de movimento.”
- Aluno D – “O tempo nunca está parado enquanto acontecem movimentos.”
- Aluno E – “Intervalo de tempo entre o início e o término da velocidade motora.”

6 - Quanto tempo tem um ano?

- Aluno A – “365 dias consecutivamente 8760 horas.”
- Aluno B – “365 dias.”
- Aluno C – “8760 horas.”
- Aluno D – “12 meses.”
- Aluno E – “365 dias e algumas horas (acho que 9 h).”

7 - Quanto tempo tem um dia?

- Aluno A – “24 horas.”
- Aluno B – “Manhã, tarde e noite.”
- Aluno C – “23 hrs, 59 seg e 99 milésimos.”
- Aluno D – “23 horas, 59 minutos, 59 segundos e 99 milésimos \therefore 24 horas.”
- Aluno E – “tem 24 horas.”

8 - Quantos segundos equivalem a uma hora?

- Aluno A – “3600 segundos.”
- Aluno B – “ $60 \times 60 = 3600$ segundo.”
- Aluno C – “Uma hora equivalem 3600 segundos.”
- Aluno D – “3600 s.”
- Aluno E – “Uma hora tem ao todo 1200 min. E 1200 min tem 72000 mil segundos.”

9 - Como contava-se o tempo antes de existir o relógio?

- Aluno A – “Observando o dia e a noite.”
- Aluno B – “O movimento do sol.”
- Aluno C – “Através de ampulheta e os movimentos solares e das estrelas.”
- Aluno D – “Tinham noção por meio do céu.”
- Aluno E – “Eu acho que de acordo, tipo, se o sol estivesse no meio do céu seria meio-dia.”

Após uma análise minuciosa de todas as respostas, foi evidenciado que não houve uma disparidade notável nos níveis de conhecimentos prévios dos alunos. Em outras palavras, ainda que alguns demonstrem uma compreensão mais profunda de determinados conceitos em comparação com outros, a maioria dos estudantes apresentou respostas curtas e não conseguiram responder questões como a 4 e a 5, deixando-as em branco. Alguns não foram capazes de realizar a conversão de unidade de tempo, como hora para segundo, além de apresentarem dificuldades no momento de associar os conceitos teóricos com situações práticas.

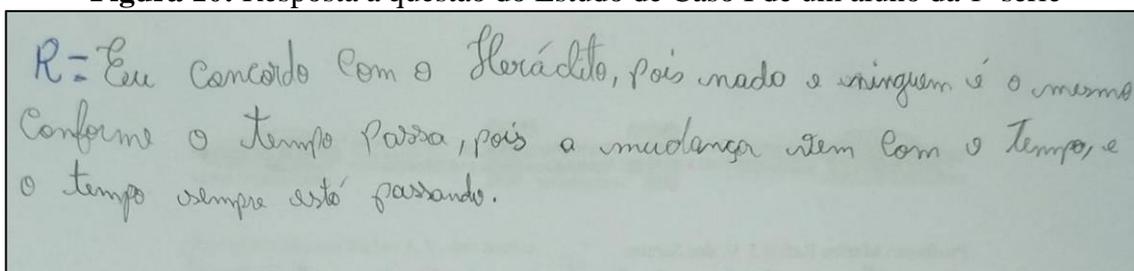
Ausubel sugere o uso de organizadores prévios, ou “pontes cognitivas”, para facilitar a aprendizagem e o crescimento dos subsunçores (Moreira, 1999). Para que o novo conceito se integre à estrutura cognitiva, é necessário que seja significativo para o aluno e que haja disposição para conectar o novo material de forma significativa (Moreira, 1982).

A maneira adotada para lidar com essa questão consiste em iniciar partindo de conceitos mais abrangentes para gradualmente direcionar a aspectos mais específicos, o Estudo de Caso foi utilizado como um ponto de partida inicial, com o objetivo de apresentar ideias sobre os conceitos a serem trabalhados e consolidar esses conhecimentos como um fundamento central, ou subsunçor. Em essência, os resultados obtidos no Questionário 1 C.P. reforçaram a necessidade de intervenção proposta em nosso estudo, uma vez que os alunos demonstraram deficiências significativas no entendimento dos conceitos da percepção de tempo, revelando diferentes níveis de proficiência no aprendizado.

5.1.1.1 Estudo de Caso I

A aplicação do “**Estudo de Caso I**” teve como objetivo introduzir conceitos relacionados a alguns pensamentos iniciais sobre o tempo e consolidar esses conhecimentos, envolvendo os alunos em um debate que fosse diretamente relacionado à pergunta-chave do Caso I. A aula teve início com a organização da turma e, em seguida, ocorreu a entrega de um Caso para cada estudante. Esperou-se que eles respondessem à pergunta central apresentada no texto, posteriormente recolhendo a resposta do Caso I e tendo início o debate. A Figura 10 traz representação da percepção temporal de um aluno, cuja transcrição é a seguinte: “Eu concordo com o Heráclito, pois nada e ninguém é o mesmo conforme o tempo passa, pois a mudança vem com o tempo, e o tempo sempre está passando.”

Figura 10: Resposta a questão do Estudo de Caso I de um aluno da 1ª série



R = Eu concordo com o Heráclito, pois nada e ninguém é o mesmo conforme o tempo passa, pois a mudança vem com o tempo, e o tempo sempre está passando.

Fonte: Elaboração própria, 2024.

A seguir, disponibilizou-se a transcrição de algumas respostas obtidas sobre a aplicação do Estudo de Caso I realizado em sala.

Pergunta 1 - Entre as propostas já apresentadas, qual você considera a mais correta? Você pode pensar em ideias como a de que o tempo é um conceito humano, ou que ele é uma medida da mudança. Ou talvez você tem uma perspectiva totalmente diferente! Explore essa questão fascinante e desenvolva sua

capacidade de argumentação e reflexão justificando sua resposta. O que é o tempo para você? Vamos refletir juntos e debater essa ideia tão fascinante!

- Aluno A – “Concordo com Heráclito, o tempo muda, toda a hora tem uma transformação, nada é permanente.”
- Aluno B – “Heráclito! Tudo está em constante movimento, os seres nascem, crescem e morrem e o tempo continua o mesmo, e a transformação de eventos novos eles ocorrem incessantemente.”
- Aluno C – “Concordo com Heráclito, pois para mim, o tempo é uma constante que sempre muda e que nunca volta. O tempo são lembranças felizes que nunca voltam, por mais boas que sejam elas, nunca voltam contudo outras novas lembranças podem ser criadas.”
- Aluno D – “Eu concordo com Heráclito, pois nada e ninguém é o mesmo conforme o tempo passa, pois a mudança vem com o tempo, e o tempo sempre está passando.”
- Aluno E – “Concordo com Heráclito, pois o tempo está em constante mudança e nossos eventos sempre acontecem ao longo do tempo, sendo eles acontecendo no próprio planeta ou nos seres humanos.”

Após coletar as respostas, deu-se início a um debate com os alunos. Inicialmente, foi necessário encorajá-los a compartilhar suas perspectivas e ideias sobre o tema em questão. Após algumas provocações, os alunos começaram a defender cada um o seu ponto de vista. Notamos que predominou a Perspectiva de Heráclito, na qual os alunos afirmavam que o tempo está em constante mudança. Um exemplo utilizado por um aluno foi a observação da sucessão de eventos em constante transformação, a mudança das estações e a passagem dos dias. Posteriormente, outro aluno apontou para a ocorrência de mudanças e transformações ao longo da vida, concluindo que todos envelhecem. Os alunos foram questionados se todos concordavam com essas afirmações, e nenhum deles se opôs. Após o debate, concluímos que nenhum aluno considerou o tempo como uma medida física, uma construção social, ou uma combinação desses aspectos.

Os alunos expressaram uma compreensão geral das ideias de Heráclito sobre a mudança e o tempo. Suas respostas destacaram a visão de Heráclito de que o mundo está em constante fluxo e transformação, reconhecendo a natureza dinâmica do tempo e como isso influencia tanto os eventos naturais quanto os eventos humanos (Vieira, 2014).

Ao permitir que os alunos conduzissem o debate e expressassem suas opiniões, o ambiente de aprendizagem se tornam mais dinâmicos e envolvente, proporcionando

oportunidades para uma reflexão mais profunda e uma compreensão mais abrangente do conceito em discussão, colocando o aluno no centro do processo de aprendizagem, conforme a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel propõe. Como professor, busquei guiar e auxiliar os alunos na construção de seu próprio entendimento, fornecendo suporte quando necessário e direcionando o debate de forma a promover uma compreensão mais profunda do tema em questão.

A análise das respostas indica que os alunos conseguiram relacionar o conceito de tempo com outros conhecimentos preexistentes. Dessa forma, foi percebido que o tempo tem boa potencialidade como conceito mais geral para, a partir dele, serem utilizadas nas próximas etapas a diferenciação progressiva desse conceito para abordar outros tópicos em Física. A TAS destaca a importância de conectar novos conhecimentos ao conhecimento prévio do aluno para promover uma aprendizagem mais significativa, coerente e duradoura, esse processo de ancoragem do novo conhecimento em estruturas cognitivas existentes facilita a compreensão, a retenção e a aplicação do conhecimento, contribuindo para o desenvolvimento cognitivo e a construção de um aprendizado mais sólido e integrado (Moreira, 2012).

5.1.2 2º MOMENTO – AULA EXPOSITIVA E DIALOGADA E QUESTIONÁRIO I

A exposição dos conceitos abordados na aula foi realizada utilizando-se slides conforme dispostos no Apêndice A, correspondente à aula expositiva e dialogada apresentada na primeira etapa do produto educacional. Durante o desenvolvimento da aula, houve a intenção de engajar os alunos em discussões sobre os conceitos temporais apresentados no Estudo de Caso I, conforme delineado pelas perspectivas filosóficas de Parmênides e Heráclito.

Foi exposto aos alunos o calendário do ano vigente, destacando ser bissexto e discutindo os fundamentos subjacentes a essa particularidade, bem como as razões que levam a sua ocorrência. Além disso, foram abordadas curiosidades relacionadas à contagem dos anos, juntamente com a apresentação de diversas formas de mensuração temporal e instrumentos correlatos, como relógios e a subdivisão do tempo em horas, minutos e segundos, incluindo suas transformações. Nesse cenário, foram investigados o movimento da Lua e diferentes sistemas de calendário, incluindo os calendários lunares adotados por algumas culturas, e também os calendários solares, amplamente difundidos globalmente, e os calendários lunissolares, como o utilizado pelos judeus. Durante essa análise, foi dada ênfase aos aspectos culturais envolvidos na concepção e desenvolvimento desses sistemas temporais, bem como

foram abordadas correções pertinentes a equívocos e informações imprecisas procedendo-se às correções necessárias.

Na segunda parte desse momento, foi distribuído aos estudantes o Questionário I, conforme apêndice A, acompanhado da instrução de que as respostas deveriam ser elaboradas de forma individual e sem o uso de recursos de consulta.

A seguir, disponibilizamos a transcrição de algumas respostas obtidas sobre a aplicação do Questionário I realizado em sala.

Pergunta 1 - Um calendário é um sistema que organiza e divide o tempo em dias, semanas, meses e anos. No Brasil adota-se o calendário mais utilizado no mundo atualmente, o gregoriano, quantos e quais são os meses desse calendário?

- Aluno A – “São 12 meses. Os meses são janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro”

De forma geral, todos os 34 estudantes que participaram do Questionário I demonstraram uma resposta consistente, obtendo sucesso na resolução da questão 1.

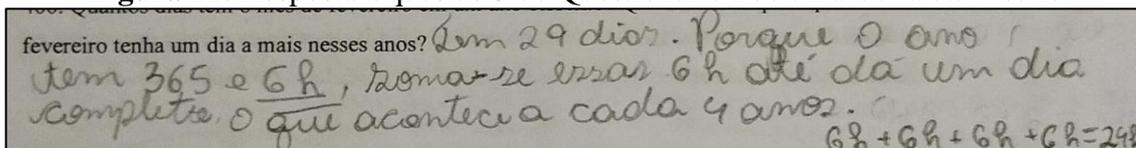
Pergunta 2 - Explique as principais diferenças entre um calendário solar, lunar e lunissolar, e mencione os calendários gregoriano, árabe e judaico, destacando suas características e peculiaridades em relação à forma como medem o tempo e organizam os meses e anos.

- Aluno A – “gregoriano: solar: conta o ano com uma volta em torno do sol. Árabe: Lunar: conta o ano pela lua, um mês equivale a 29 dias, para o ano a lua terá que dar 12 voltas na Terra”
- Aluno B – “O calendário gregoriano/solar – quando a terra dá uma volta inteira é considerado 1 ano. O calendário Árabe/Lunar – ele conta à partir da Lua. O calendário Judaico/Lunissolar – Ele tentou juntar o solar e lunar.”
- Aluno C – “Gregoriano é solar; Árabe é lunar; Judaico é lunissolar.”
- Aluno D – “O calendário gregoriano faz parte do calendário solar que eles observam o sol, já o árabe faz parte do lunar que observa a lua e o judaico faz parte do lunissolar que observa o sol e a lua.”
- Aluno E – “Solar: a Terra dá uma volta em torno do sol – gregoriano. Lunar: É quando a lua dá uma volta na Terra, um mês é quando dá uma volta – Árabe. Lunissolar: É a mistura do solar e lunar – judaico.”

Pergunta 3 - O calendário que utilizamos atualmente é baseado no movimento de translação da Terra ao redor do Sol e estabelece que um ano possui 365 dias. Entretanto, a translação da Terra não é perfeitamente regular, o que levou à criação do ano bissexto. O ano bissexto tem 366 dias e é acrescido de um dia a cada 4 anos, exceto nos anos múltiplos de 100 que não são múltiplos de 400. Quantos dias tem o mês de fevereiro em um ano bissexto? Qual é a razão para que o mês de fevereiro tenha um dia a mais nesses anos?

A Figura 11 traz representação da resposta da questão 3 de um aluno, cuja transcrição é a seguinte: “Tem 29 dias. Porque o ano tem 365 e 6h, soma-se essas 6h até da um dia completo, o que acontece a cada 4 anos. $6h+6h+6h+6h = 24h$.”

Figura 11: Resposta a questão 3 do Questionário I de uma aluna da 1ª série



Fonte: Elaboração própria, 2024.

- Aluno A – “29 dias é porque sobra 6 horas a cada ano”
- Aluno B – “O mês de fevereiro tem 28 dias porém, no ano bissexto ele tem 29. Isso ocorre por conta da volta que a terra da ao redor do Sol e sobra 6 horas”
- Aluno C – “29 dias, porque sobra 6h e em quatro anos da 24h que é equivalente a 1 dia.”
- Aluno D – “29 dias”
- Aluno E – “No ano bissexto, fevereiro tem 29 dias, porque cada ano tem 6 horas restantes de 365 dias.”

Pergunta 4 – O ano de 2024 é um ano Bissexto, considerando que 2024 seja o primeiro, quando ocorrerá o décimo.

- Aluno A – “O décimo será em 2060”
- Aluno B – “2060”
- Aluno C – “2024, 2028, 2032, 2036, 2040, 2044, 2048, 2052, 2056, 2060.”
- Aluno D – “em 2060”
- Aluno E – “Ocorrerá em 2060”

Pergunta 5 – Sabendo que um ano possui 365 dias e 6 horas, qual a sua quantidade total de horas?

A Figura 12 traz representação da resposta da questão 5 de uma aluna, apresentando seus cálculos para obtenção da resposta que de forma simplificada apresenta a transcrição seguinte: “ $24 \times 365 = 8760$ h, 8760 mais 6 que é 8766 horas.”

Figura 12: Resposta a questão 5 do Questionário I de uma aluna da 1º série

Handwritten work for question 5:

$$\begin{array}{r} 365 \\ \times 24 \\ \hline 1460 \\ + 730 \\ \hline 8760 \end{array}$$

5 – Sabendo que um ano possui 365 dias e 6 horas, qual a sua quantidade total de horas?
8760 mais 6 que é 8766 horas

6 – Um ano será bissexto se ele for múltiplo de 4, contudo, existe uma exceção para os múltiplos de 100 que não sejam múltiplos de 400, ou seja, se forem múltiplos de 400 também serão bissextos. No ano bissexto é acrescentado um dia no mês de fevereiro, ficando o ano com 366 dias.

Fonte: Elaboração própria, 2024.

- Aluno A – “8766 horas”
- Aluno B – “ $24 \times 365 = 8760$, 8766 horas”
- Aluno C – “8760 mais 6 que é 8766 horas”
- Aluno D – “8766”
- Aluno E – “8760”

Pergunta 6 – Um ano será bissexto se ele for múltiplo de 4, contudo, existe uma exceção para os múltiplos de 100 que não sejam múltiplos de 400, ou seja, se forem múltiplos de 400 também serão bissextos. No ano bissexto é acrescentado um dia no mês de fevereiro, ficando o ano com 366 dias. Quantos anos bissextos há entre 1999 e 2015?

- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4

Dos 34 alunos que participaram da atividade 27/34 marcaram a alternativa correta que foi a opção **d**. Quanto a escolha pelas alternativas incorretas 2/34 marcaram a opção **c** e 3/34 marcaram a opção **b**. Ninguém marcou a opção **a**, dois alunos não marcaram nenhuma das alternativas. Isso sugere que a maioria dos alunos (27 de 34) conseguiu responder corretamente à questão, enquanto alguns alunos (7 de 34) marcaram incorretamente ou não responderam.

Pergunta 7 – (ENEM 2006) No Brasil, verifica-se que a Lua, quando está na fase cheia, nasce por volta das 18 horas e se põe por volta das 6 horas. Na fase nova, ocorre o inverso: a Lua nasce às 6 horas e se põe às 18 horas, aproximadamente. Nas fases crescente e minguante, ela nasce e se põe em horários intermediários.



Sendo assim, a Lua na fase ilustrada na figura acima poderá ser observada no ponto mais alto de sua trajetória no céu por volta de

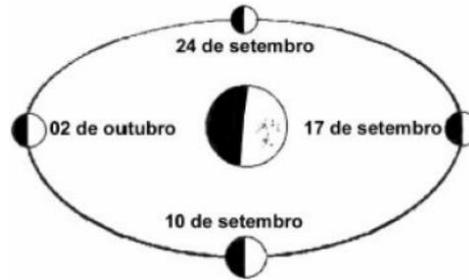
- a – meia-noite b – três horas da madrugada c – nove horas da manhã
d – meio-dia e – seis horas da tarde

Dos 34 alunos que participaram da atividade 23/34 marcaram a alternativa **a** que é incorreta, 4/34 marcaram a alternativa **b** que é incorreta, 1/34 marcou a alternativa c que é incorreta, 2/34 marcaram a alternativa d que é incorreta, e 2/34 marcaram a alternativa e que é a correta, 2/34 não marcaram nenhuma alternativa.

Após a análise das atividades, uma correção foi realizada em conjunto com os alunos, com base na descrição da questão, concentrando-se no ciclo de movimento da Lua e em como isso influencia os horários de seu nascer e pôr em diferentes fases. Foi feita uma apresentação no quadro, destacando o ponto mais alto da trajetória das fases lunares, até que os alunos compreenderam que a alternativa correta era a opção **e**.

Pergunta 8 - (Enem - 2002) Um grupo de pescadores pretende passar um final de semana do mês de setembro, embarcado, pescando em um rio. Uma das exigências do grupo é que, no final de semana a ser escolhido, as noites estejam iluminadas pela lua o maior tempo possível. A figura representa as fases da lua no período proposto. Considerando-se as características de cada uma das fases da lua e o comportamento desta no período delimitado, pode-se afirmar que, dentre os fins de semana, o que melhor atenderia às exigências dos pescadores corresponde aos dias

- a - 08 e 09 de setembro.
- b - 15 e 16 de setembro.
- c - 22 e 23 de setembro.
- d - 29 e 30 de setembro.
- e - 06 e 07 de outubro.



Dos 34 alunos que participaram da atividade nenhum marcou a alternativa **a** que é incorreta, 4/34 marcaram a alternativa **b** que é incorreta, 7/34 marcou a alternativa c que é incorreta, 20/34 marcaram a alternativa d que é correta, e nenhum marcou a alternativa e que é incorreta, 3/34 não marcaram nenhuma alternativa.

Embora a maioria dos alunos tenha compreendido corretamente a questão e selecionado a alternativa correta, ainda há uma parte considerável de alunos que erraram a questão, entretanto, durante a correção das atividades no quadro os alunos puderam compreender melhor a questão ao ser discutido e interpretado juntamente com eles a imagem do problema.

5.1.3 3º MOMENTO – QUESTIONÁRIO *PI I* E PERGUNTA-CHAVE DO EC I

O presente momento teve início com uma breve revisão do conteúdo, com duração aproximada de dez minutos, em seguida, foi entregue aos alunos o questionário *PI I* (*Peer Instruction*), conforme descrito no apêndice A, acompanhado de um Cubo de Respostas (apêndice A) concebido para que os estudantes pudessem registrar suas escolhas de alternativas, facilitando a posterior contabilização por parte do docente. A Figura 13 ilustra a participação ativa dos alunos durante a execução da atividade, enriquecendo a compreensão da dinâmica em sala de aula.

Figura 13: Alunos participando do questionário de *PI I*



Fonte: Elaboração própria, 2024.

A seguir, disponibilizamos a transcrição dessa etapa e os erros e acertos obtidos pelos estudantes durante a aplicação do Questionário *PII* realizado em sala.

Durante o Teste Conceitual os alunos tiveram de 2 a 3 minutos para apresentarem suas respostas no cubo de alternativas, posteriormente, o docente procedia à avaliação e encaminhamento das próximas etapas de acordo com o exigido na aplicação do *Peer Instruction* proposto por Mazur.

Pergunta 1 - O ano tem 365 dias, exceto nos anos bissextos, que possuem 366 dias.

Verdadeiro

Falso

Para a primeira questão, após a contagem verificou-se que 100% dos estudantes escolheram a alternativa **Verdadeiro** que era a correta, desse modo, segundo Araújo e Mazur (2013), os conceitos foram compreendidos, dessa forma, promoveu-se uma breve explicação acerca da alternativa correta.

Pergunta 2 – O ano civil possui 365 dias, já o ano solar que depende do movimento de translação da Terra em torno do Sol que tem a duração de 365,24219 dias, ou seja, aproximadamente 365 dias e 6 horas. Pode-se dizer que o ano bissexto acontece para que o ano civil e o ano solar se ajustem.

Verdadeiro

Falso

Para a questão 2, após a contagem dos resultados, constatou-se que 30/32 estudantes, ou seja, 93,75%, selecionaram a alternativa “**Verdadeiro**” que se mostrou correta. Seguindo a recomendação de Araújo e Mazur (2013), procedeu-se com uma breve explicação sobre a alternativa correta, elucidando os fundamentos que a embasam.

Pergunta 3 – Um ano também pode ser um período de 2 semestres, ou 4 trimestres ou 12 meses.

Verdadeiro

Falso

Na questão 3, após a contagem dos resultados, verificou-se que 100% dos alunos optaram pela alternativa “**Verdadeiro**” que era a correta, sendo assim, os procedimentos seguem o padrão estabelecido por Araújo e Mazur (2013), em conformidade com os procedimentos adotados para acertos acima de 70%, onde considera-se que conceitos foram compreendidos, desse modo, promoveu-se uma breve explicação acerca da alternativa correta.

Pergunta 4 – O motivo de não ser considerado os anos múltiplos de 100 que não são múltiplos de 400 se deve pela aproximação do número 0,24219 d. Verifique na calculadora.

$$0,24219 d = \frac{1d}{4} - \frac{1d}{100} + \frac{1d}{400}$$

$$0,24219 d \cong 0,2425 d$$

() Verdadeiro

() Falso

Após a coleta dos resultados obtidos na questão 4, onde se constatou que apenas 8/32 (25%) dos alunos obtiveram êxito na questão proposta. Conforme critérios estabelecidos Araújo e Mazur (2013), quando se identifica que menos de 30% dos alunos alcançaram acerto na questão, foi necessário intervir de maneira breve, observando os principais aspectos relacionados ao conteúdo abordado, destacando as características centrais que implicam na resolução da questão fornecida, assim, pediu-se que fosse fornecida uma nova resposta pelos estudantes.

Diante da constatação de que apenas 18/32, equivalente a 56,25% dos alunos obtiveram sucesso na resolução da questão, segundo Araújo e Mazur (2013) considera-se o cenário em que as taxas de acerto se situam entre 30% e 70%. Inicia-se um debate entre a dupla, propiciando um ambiente propício para a troca de ideias, argumentações e comparações das diferentes alternativas apresentadas, promovendo entre os alunos a justificação das respostas escolhidas por cada um e a colaboração entre os estudantes. Ao defender suas perspectivas diante do colega, os alunos são desafiados a fundamentar suas opiniões com base nos conceitos e princípios abordados, consolidando assim seu entendimento do conteúdo. Após 5 minutos a pergunta foi refeita e contabilizada, verificou-se que 28/32 (87,5%) dos alunos optaram pela alternativa “**Verdadeiro**” que era a correta, sendo assim, os procedimentos seguem o padrão estabelecido por Araújo e Mazur (2013), em conformidade com os procedimentos adotados para acertos acima de 70%, onde considera-se que conceitos foram compreendidos, desse modo, promoveu-se uma breve explanação acerca da alternativa correta.

Pergunta 5 – O tempo de duração de um ciclo lunar completo é de aproximadamente 29,5 dias?

() Verdadeiro

() Falso

Para a questão 5, após a contagem dos resultados, constatou-se que 31/32 (96,875%) estudantes, selecionaram a alternativa “**Verdadeiro**” que se mostrou correta. Seguindo a recomendação de Araújo e Mazur (2013), procedeu-se com uma breve explicação sobre a alternativa correta, elucidando os fundamentos que a embasam.

Pergunta 6 - Como é chamada a fase lunar em que a Lua não é visível no céu noturno?

- a – Nova b – Crescente c – Cheia d – Minguante

Para a questão 6, verificou-se que 100% dos estudantes escolheram a alternativa **a** que era a correta, desse modo, segundo Araújo e Mazur (2013), os conceitos foram compreendidos, dessa forma, promoveu-se uma breve explanação acerca da alternativa correta.

Pergunta 7 - Qual é a fase lunar que ocorre quando a Lua está em sua fase mais iluminada?

- a – Nova b – Crescente c – Cheia d – Minguante

Para a questão 7, após a contagem dos resultados, constatou-se que 30/32 (93,75%) estudantes, ou seja, selecionaram a alternativa “**c**” que se mostrou correta. Seguindo a recomendação de Araújo e Mazur (2013), procedeu-se com uma breve explicação sobre a alternativa correta, elucidando os fundamentos que a embasam.

Pergunta 8 - A fase lunar em que a Lua está iluminada pela metade, mas a outra metade está na sombra, é chamada de Quarto Minguante ou Quarto Crescente, quando observamos do hemisfério sul, a metade iluminada, é respectivamente

- a - () a direita e esquerda b - () a esquerda e direita

Após a coleta dos resultados obtidos na questão 8, onde se constatou que apenas 4/32 (12,5%) dos alunos obtiveram êxito na questão proposta, conforme critérios estabelecidos Araújo e Mazur (2013), identificando que menos de 30% dos alunos alcançaram acerto na questão, desse modo, observamos os principais aspectos relacionados ao conteúdo abordado, destacando por ilustrações no quadro as características centrais que implicam na resolução da questão fornecida, também foi realizado juntamente com os alunos uma leitura e interpretação da questão, a seguir pediu-se que fosse fornecida uma nova resposta pelos estudantes.

As respostas dos estudantes foram que 26/32 (81,25%) dos alunos optaram pela alternativa “**a**” que era a correta, sendo assim, conforme Araújo e Mazur (2013), para acertos

acima de 70%, onde considera-se que conceitos foram compreendidos, desse modo, promoveu-se uma breve explicação acerca da alternativa correta.

Pergunta 9 - A Lua parece mudar de fase ao longo do mês devido à sua posição em relação à Terra e ao Sol. Conforme a Lua orbita a Terra, diferentes partes de sua face voltada para a Terra são iluminadas pelo Sol, criando as diferentes fases lunares.

() Verdadeiro

() Falso

Para a questão 9, após a contagem verificou-se que 100% dos estudantes escolheram a alternativa **Verdadeiro** que era a correta, desse modo, segundo Araújo e Mazur (2013), os conceitos foram compreendidos, dessa forma, promoveu-se uma breve explicação acerca da alternativa correta.

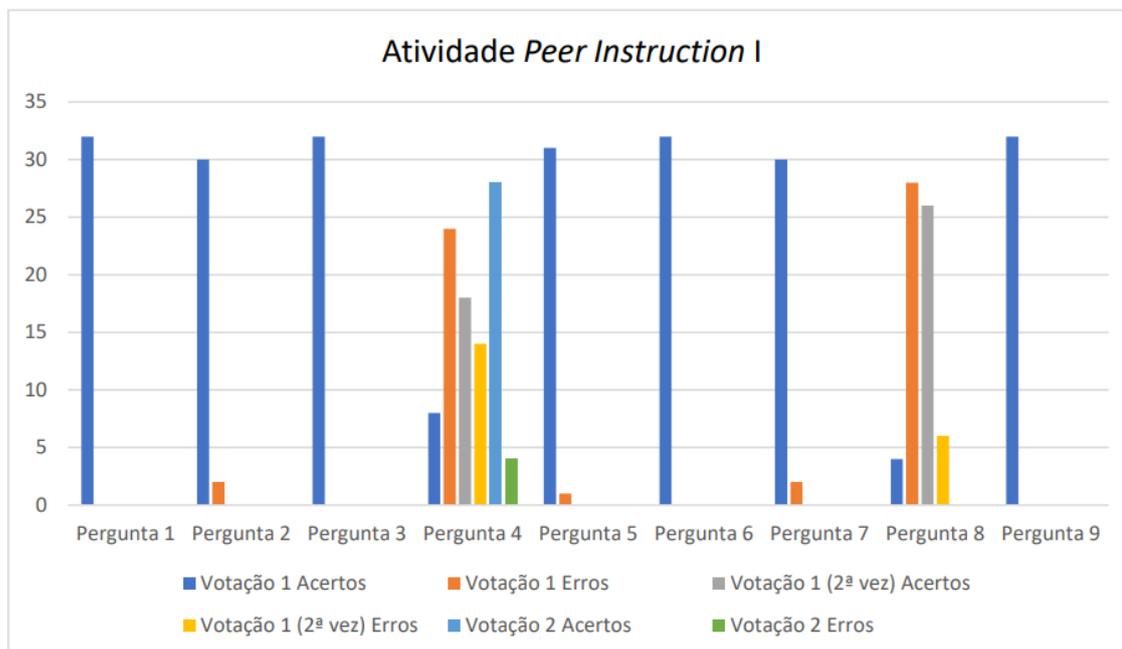
A seguir, apresentamos o Quadro 15 com as ocorrências relativas às respostas dos alunos, oferecendo uma análise abrangente e detalhada para melhor compreensão do contexto.

Quadro 15: Respostas obtidas no Atividade *PI I*

Atividade <i>Peer Instruction I</i>						
Perguntas	Votação 1		Votação 1 (2ª vez)		Votação 2	
	Acertos	Erros	Acertos	Erros	Acertos	Erros
Pergunta 1	32	0				
Pergunta 2	30	2				
Pergunta 3	32	0				
Pergunta 4	8	24	18	14	28	4
Pergunta 5	31	1				
Pergunta 6	32	0				
Pergunta 7	30	2				
Pergunta 8	4	28	26	6		
Pergunta 9	32	0				

Fonte: Elaboração própria, 2024.

A partir dos dados obtidos, foi elaborado um gráfico para proporcionar uma visualização rápida e clara das informações coletadas, conforme detalhado na Gráfico 01.

Gráfico 01: Gráfico dos resultados do Atividade de *PI I*.

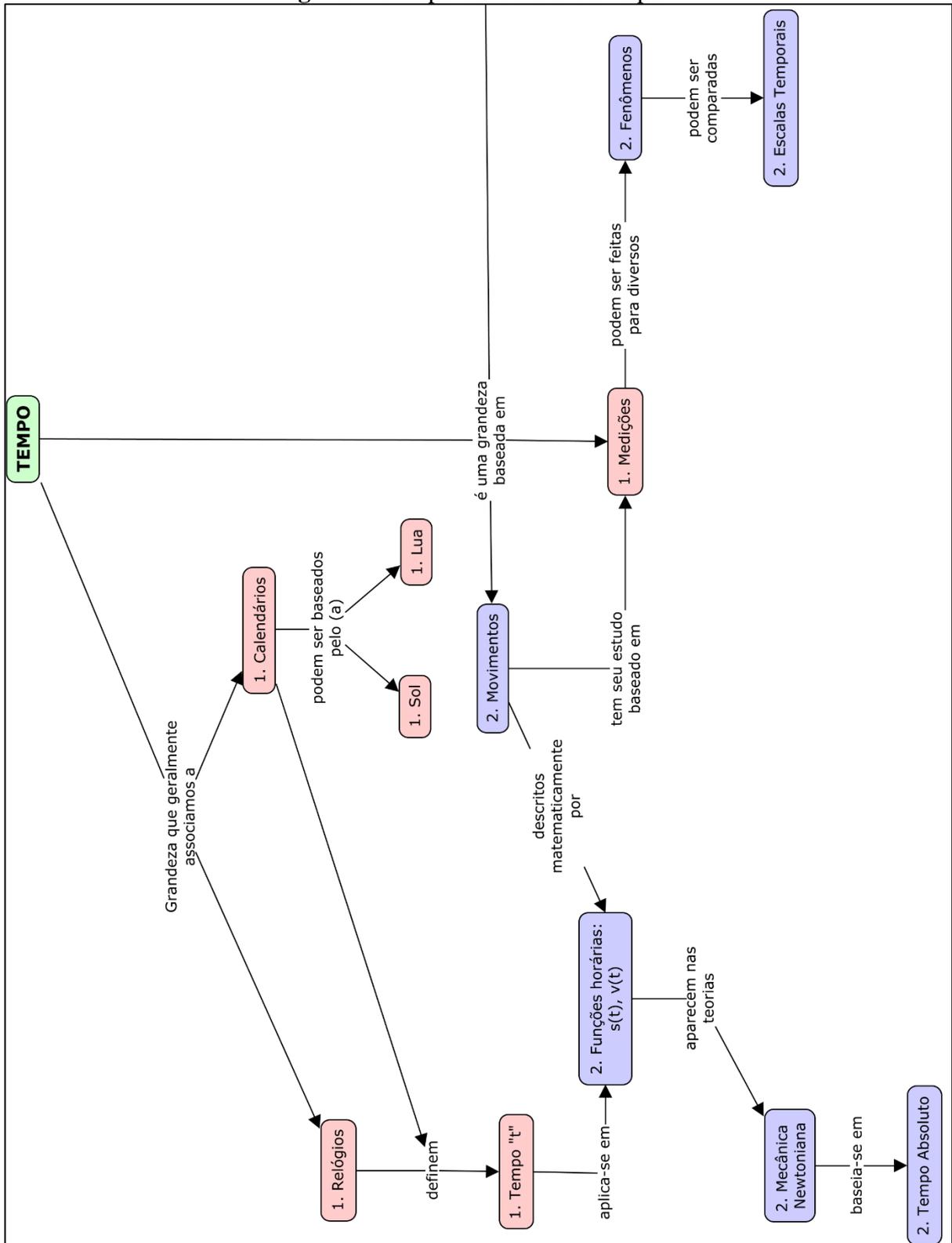
Fonte: Elaboração própria, 2024.

Após o Questionário de *PI I* retomou-se a pergunta do Estudo de Caso I em um diálogo com os alunos, onde dessa vez não foi necessário provocá-los para obter suas respostas, reiterando a visão temporal defendida por Heráclito, uma vez que os alunos evidenciaram a percepção da mutabilidade temporal, observável através de fenômenos como a sucessão dos dias, o ciclo das estações, o processo de envelhecimento humano e o ritmo das atividades cotidianas. Adicionalmente, foi destacado que o tempo proporciona oportunidades para a reorganização ao longo da vida, mediante compromissos e objetivos pré-estabelecidos onde citaram as ferramentas de medição temporal como relógio e calendário.

5.2 Etapa 2

No decorrer desenvolvimento desta Etapa 2, o professor acompanha o progresso dos conteúdos através do Mapa Conceitual, o qual foi elaborado para promover a Diferenciação Progressiva dos conteúdos. O mapa (Figura 14) é atualizado ao longo das etapas subsequentes, proporcionando recortes que se complementam, destaca-se o conceito de tempo, considerado pelos autores como o mais geral, sendo destacado com um fundo verde, a Etapa 1 é apresentada com fundo vermelho e o número “1” à esquerda, enquanto a Etapa 2 possui fundo roxo e o número “2” também à esquerda, com o objetivo de orientar o professor de forma mais clara durante as etapas. Esses recursos são úteis para revisões conjuntas com os alunos.

Figura 14: Mapa Conceitual da Etapa 2



Fonte: Elaboração própria, 2024.

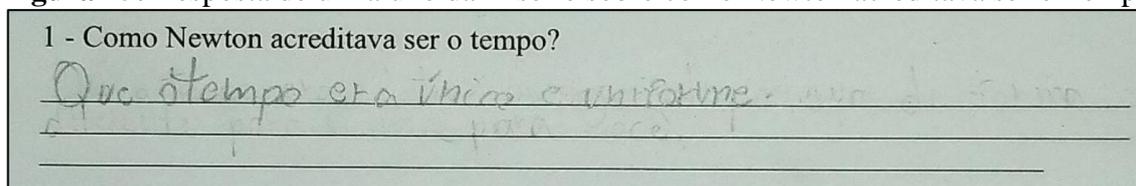
5.2.1 4º MOMENTO– APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO 2 C.P. E EC II

Inicia-se a aplicação da 2ª Etapa do Produto Educacional a partir da aplicação dos Questionários 2 C.P. que servirão de base para adaptar às compreensões prévias dos alunos e introduzindo novos conceitos de modo a facilitar sua associação com conhecimentos preexistentes. Quando os alunos conseguem estabelecer conexões claras entre o que já sabem e o que estão aprendendo, eles são capazes de desenvolver uma compreensão mais profunda e retentiva do assunto, buscando possibilitar uma base sólida para a compreensão e integração do conhecimento, em um processo motivado pelo conceito de “subsunção”, que serve como estrutura mental para a atribuição de significado às novas informações (Moreira, 2009).

Observamos que, dessa vez, não houve uma diversidade de respostas. Os estudantes demonstram dúvidas sobre as questões reafirmando que ainda não conheciam essas ideias e conceitos e que para eles eram difíceis elaborar uma resposta.

A Figura 15 traz representação da questão 1 sobre como Newton acreditava ser o tempo respondida por um aluno, cuja transcrição é a seguinte: “Que o tempo é único e uniforme.”

Figura 15: Resposta de um aluno da 1ª série sobre como Newton acreditava ser o Tempo



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Apresentamos a transcrição de algumas respostas coletadas referentes à perspectiva temporal na Física por meio do questionário 2 C.P. conduzido no ambiente de ensino.

Pergunta 1 - Como Newton acreditava ser o tempo?

- Aluno A – “Não sei.”
- Aluno B – “Não sei quem era esse homem.”
- Aluno C – “Não sei ...”
- Aluno D – “Não sei como Newton acreditava ser o tempo por isso não posso dar minha resposta.”
- Aluno E – “Não sei sobre o que ele acreditava ser o tempo”

Pergunta 2 - Newton contribuiu para a compreensão do que é o tempo?

- Aluno A – “Não sei como ele contribuiu para falar sobre o que é o tempo.”
- Aluno B – “Ele foi um dos cientistas que contribuíram para compreender, então sim.”
- Aluno C – “Não sei.”
- Aluno D – “Sim, ele contribuiu para a compreensão.”
- Aluno E – “Talvez, até porque ele criou teorema da gravidade que é essencial para o entendimento do tempo.”

Pergunta 3 - O que Leibniz quis expressar dizendo que o tempo é puramente relativo?

- Aluno A – “Que cada pessoa vê o tempo de forma diferente ou sente”
- Aluno B – “Não sei, pois nunca vi o que Leibniz quis dizer e a forma que ele se expressou.”
- Aluno C – “Não sei dizer, pois não estudei.”
- Aluno D – “De que o tempo é relativo a matéria”
- Aluno E – “Não sei quem é Leibniz e nem o que ele expressou que o tempo é puramente relativo.”

Pergunta 4 - Para Mach a própria ideia de tempo é uma abstração, você concorda? Por quê?

- Aluno A – “Não.”
- Aluno B – “Não sei, pois não estudei isso.”
- Aluno C – “Sim, porque podemos ter a ideia de como é o tempo.”
- Aluno D – “Não concordo, pois o tempo sempre existiu mesmo antes de começarmos a contar ele de diversas formas.”
- Aluno E – “Sim, pois o tempo é algo que te faz pensar e ao mesmo tempo definido e relativo.”

Pergunta 5 - Newton estava errado sobre o tempo?

- Aluno A – “Não sei a teoria dele.”
- Aluno B – “Não.”
- Aluno C – “Não sei.”
- Aluno D – “Não sei o que ele diz sobre o tempo.”

- Aluno E – “Ele não estava errado sobre o tempo.”

Pergunta 6 - O conceito de tempo se transforma ao longo dos anos?

- Aluno A – “Sim.”
- Aluno B – “Sim, cada um vê o tempo diferente.”
- Aluno C – “Sim, ele é influenciado pela cultura, tecnologias, e experiências individuais ao longo do tempo.”
- Aluno D – “Sim, se pararmos para analisar Parmênides acreditava que o tempo era estático, e ao longo dos anos novas teorias foram surgindo como por exemplo Leibniz que acreditava que o tempo é puramente relativo.”
- Aluno E – “não sei.”

Pergunta 7 - O tempo não pode ser relativo, ele deve ser o mesmo independente de quem o esteja medindo. O que você acha dessa afirmação?

- Aluno A – “Eu não sei se ela está correta.”
- Aluno B – “Verdadeira, até porque o tempo é o mesmo independente de quem o mede.”
- Aluno C – “O tempo é o mesmo, mas a forma em que medimos o tempo pode ser diferente em diversos lugares.”
- Aluno D – “Não sei.”
- Aluno E – “Acho errado, pois cada um mede o tempo com sua própria régua.”

Em relação à percepção de Newton sobre o tempo, a maioria dos alunos não possui conhecimento suficiente para oferecer uma resposta adequada, evidenciando uma lacuna no entendimento do conteúdo, quanto à contribuição de Newton para a compreensão do tempo, alguns alunos reconhecem a sua importância, embora outros ainda careçam de informações específicas sobre suas contribuições.

No que diz respeito à compreensão de Leibniz um tempo puramente relativo, há uma diversidade de respostas, indicando uma falta de familiaridade e consistência na conclusão de seus argumentos ao relacionar com as ideias de Leibniz.

Em relação à concepção de Mach de que o tempo é uma abstração, a maioria dos alunos responderam não saber o que poderia ser e as respostas apresentadas são inconsistentes em relação ao conceito de Mach sobre o tempo.

Quanto à questão de se Newton estava errado sobre o tempo, a maioria dos alunos expressa desconhecimento sobre as teorias específicas de Newton relacionadas ao tempo.

Sobre a transformação do conceito de tempo ao longo dos anos, a maioria dos alunos forneceram uma resposta errada, ao invés de considerarem os conceitos de tempo, informaram a forma que se pode contar o tempo.

Em relação à afirmação de que o tempo não pode ser relativo, há respostas variadas, indicando perspectivas errôneas sobre a natureza absoluta ou relativa do tempo.

Da mesma forma que na 1ª Etapa buscou-se apresentar conceitos amplos utilizando o Estudo de Caso II como ponto de partida, visando proporcionar uma consolidação dos conhecimentos de forma mais significativa e contextualizada. Dessa forma objetivou-se apresentar ideias sobre os conceitos a serem trabalhados e consolidar esses conhecimentos como um fundamento central, ou subsunçor, ressaltando a importância de utilizar os resultados de avaliações como o Questionário 2 C.P. para embasar e justificar as intervenções propostas.

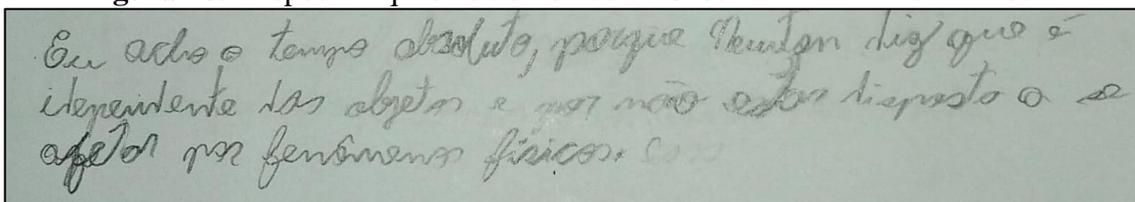
5.2.1.1 Estudo de Caso II

A aplicação do **Estudo de Caso II** visou estabelecer uma correlação entre os princípios abordados no Caso I com algumas reflexões preliminares acerca das perspectivas de Newton, Leibniz e Mach, visando consolidar tais conceitos por meio da participação dos alunos em uma discussão que fosse diretamente ligada à questão central do Caso II.

Enquanto a turma estava sendo organizada e o processo de distribuição dos Casos II estava ocorrendo, uma das alunas propôs que as “historinhas” fossem fornecidas antes do Questionário 2 C.P., argumentando que dessa maneira seria possível responderem as atividades propostas.

Após entregue o Caso II para cada estudante, esperou-se o término da leitura e produção da resposta à pergunta central apresentada no texto, posteriormente recolhe-se a resposta do Caso II e início o debate. A Figura 16 traz representação da resposta de uma aluna sobre o Tempo ser absoluto ou relativo, cuja transcrição é a seguinte: “Eu acho o tempo absoluto, porque Newton diz que é independente dos objetos e por não estar sujeito a se afetar por fenômenos físicos.”

Figura 16: Resposta a questão do Estudo de Caso II de um aluno da 1ª série



Eu acho o tempo absoluto, porque Newton diz que é independente dos objetos e por isso não está disposto a se afetar por fenômenos físicos.

Fonte: Elaboração própria, 2024.

A seguir, disponibilizamos a transcrição de algumas respostas obtidas sobre a aplicação do Estudo de Caso I realizado em sala.

Pergunta 1 - Para você estudante, o Tempo é absoluto ou relativo? Considerando os argumentos do Estudo de Caso II, qual lhe parece mais correto?

- Aluno A – “O tempo é absoluto, concordo com Newton. Pois mesmo se algo estiver parado, o tempo continuará passando”
- Aluno B – “O tempo é absoluto. Pois não importa se a pessoa afirma que o tempo não passou, porque ele está no meio da noite e sem meios para marca-lo, mesmo que ele afirme que ele não viu o tempo passando ele vai passar mesmo assim.”
- Aluno C – “Absoluto, a visão de Newton sobre o tempo é mais correto de se ver”
- Aluno D – “Para mim o tempo é absoluto, pois independente de qualquer coisa o tempo estará passando.”
- Aluno E – “Absoluto, pois o tempo passa e independente de qualquer coisa ele passa.”

Após coletar as respostas, deu-se início a um debate com os alunos. Após refeita a pergunta, os alunos começaram a compartilhar suas perspectivas e ideias sobre o tema em questão. Notamos que predominou a Perspectiva de Newton, na qual os alunos afirmavam que o tempo é absoluto, pois é independente dos objetos e não está disposto a se afetar por fenômenos físicos, onde uma aluna concluiu “*É professor, se ele não depende de ninguém e não pode ser afetado por nada, então ele é absoluto*”, os outros estudantes concordaram.

Quando os provoquei sobre a possibilidade de o tempo ser relativo as respostas apresentadas havia uma interpretação errônea no sentido da palavra “relativo” para dar uma qualidade ao tempo, assim, os alunos apresentaram uma interpretação incorreta, relatando que o tempo pode ser completamente subjetivo e variável de acordo com as percepções individuais, significando que não há uma medida ou padrão absoluto para o tempo e por isso não fazia sentido um tempo relativo como medida.

A partir da análise das respostas do Estudo de Caso II, pudemos perceber que os alunos carregavam uma compreensão geral sobre a visão de tempo de Newton, o tempo absoluto que é uma entidade independente que flui uniformemente por si só, sem ser influenciado por quaisquer fatores externos (Newton, 1990).

Ao incentivar a participação dos alunos, buscamos favorecer uma compreensão ampla dos conceitos, desempenhando um papel de orientador, facilitando a construção do conhecimento pelos alunos, conforme proposto pela Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, buscando, dessa maneira, conectar novos conhecimentos ao conhecimento prévio, facilitando a compreensão e a aplicação do conhecimento, promovendo assim um aprendizado mais sólido e integrado (Moreira, 2012).

5.2.2 5º MOMENTO - AULA EXPOSITIVA E DIALOGADA E QUESTIONÁRIO II

A exposição dos conceitos abordados na aula foi conduzida utilizando recursos visuais por meio de slides, conforme delineado no Apêndice A, correspondente à aula expositiva e dialogada apresentada na segunda etapa do produto educacional. O início da aula contemplou a apresentação do referencial e do conceito de espaço, elucidando aos alunos a distinção entre variação do espaço e distância percorrida. Destacou-se, também, a aplicação da fórmula para o cálculo da velocidade escalar média, acompanhada da demonstração da função horária do espaço para o Movimento Uniforme e da conversão de unidades de medida de velocidade, tanto de km/h para m/s, como m/s para km/h, chegando-se ao conceito de aceleração e a apresentação da fórmula da função horária da posição para Movimentos Uniformemente Variados.

Posteriormente, iniciou-se a resolução de exemplos práticos, incentivando a participação dos alunos por meio de questões que visavam fomentar discussões sobre os conceitos de tempo absoluto, em comparação com a definição de Newton. Ao término da aula, constatou-se que não foi possível abordar todo o conteúdo planejado, necessitando assim a inclusão de uma aula adicional em nosso planejamento da sequência didática.

Na aula seguinte, retomamos os conteúdos estudados, apresentando posteriormente o movimento circular e uniforme, transformações de ângulos de radianos para graus, velocidade escalar angular, frequência e período. Após a apresentação do conteúdo, iniciou-se a resolução de exemplos práticos. Ao fim da resolução, os alunos foram questionados se acharam a atividade difícil de acompanhar, tendo em vista que na próxima aula seria aplicada um questionário para ser resolvida em sala. A maioria dos alunos relatou que a primeira parte da

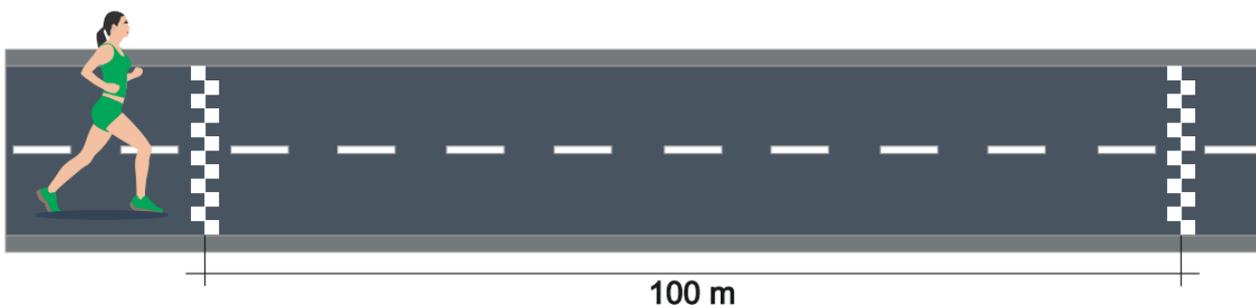
aula era acessível para responder (relativa à Velocidade Média, Movimento Uniforme e Movimento Uniformemente Variado), tendo compreendido, em certa medida, os conceitos abordados. No entanto, expressaram que a parte referente ao movimento circular e uniforme demandaria um estudo adicional sobre o tema para uma compreensão mais profunda.

Na segunda parte desse momento, foi distribuído aos estudantes o Questionário II, conforme apêndice A, acompanhado da instrução de que as respostas deveriam ser elaboradas de forma individual e sem o uso de recursos de consulta.

A seguir, disponibilizamos a transcrição de algumas respostas obtidas sobre a aplicação do Questionário II realizado em sala.

Pergunta 1 - A corrida de 100 metros é uma das modalidades mais populares do atletismo. Nessa prova, os corredores precisam percorrer a distância de 100 metros no menor tempo possível, cruzando a linha de chegada antes dos outros participantes para ser o vencedor, exigindo do atleta uma combinação de força, velocidade e técnica. Um aspecto importante dessa prova é a velocidade média alcançada pelo corredor, que pode ser calculada a partir da distância percorrida dividida pelo do tempo gasto para percorrê-la.

$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$, onde: ΔS é a distância percorrida, Δt a variação do tempo e v_m a velocidade média.

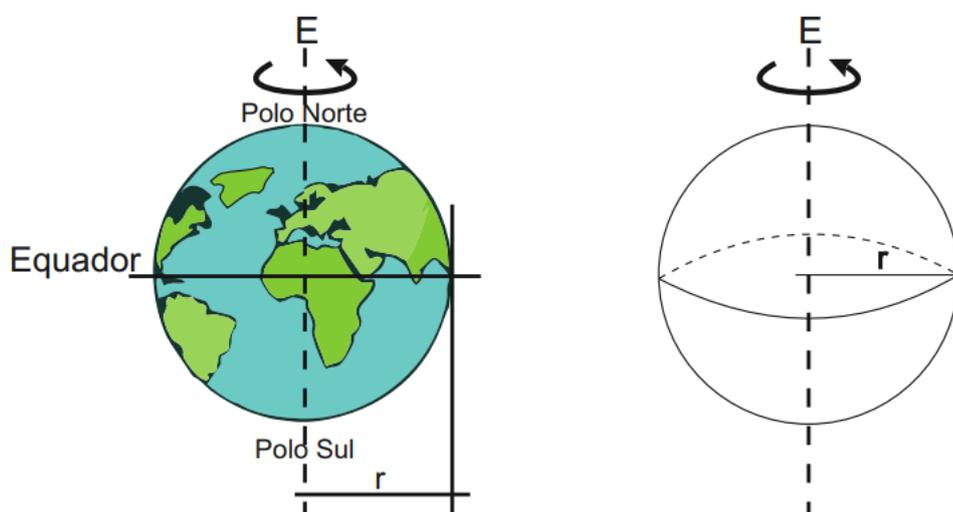


Uma corredora percorreu a distância de 100 metros rasos em 10 segundos. Qual foi a sua velocidade média durante a prova?

- Aluno A – “ $v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} \rightarrow v_m = \frac{100}{10} = 10 \text{ m/s}$ ”
- Aluno B – “ $v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{10\emptyset}{1\emptyset} = 10 \text{ m/s}$ ”
- Aluno C – “ $\frac{100}{10} = 10 \text{ m/s}$ ”
- Aluno D – “ $v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{100}{10} = 10 \text{ m/s}$ ”

- Aluno E – “ $v_m = \frac{100}{10} = 10 \text{ m/s}$ ”

Pergunta 2 – A Terra possui o movimento de rotação em torno de seu próprio eixo e de translação ao redor do Sol e são fundamentais para a manutenção da vida em nosso planeta. Um dos aspectos interessantes da dinâmica do seu movimento é a velocidade, que varia em diferentes partes do planeta. Considerando que o raio médio da Terra é de aproximadamente 6.378 km, pode-se pensar em como um observador no Equador pode medir a velocidade da Terra em relação ao seu centro.



Sabendo que o cálculo da circunferência é dado por $C = 2\pi r$, onde r é igual ao raio da Terra. Considere π aproximadamente 3. Determine:

- a) Qual é, aproximadamente, a medida da circunferência da Terra na linha do Equador?

A Figura 17 apresenta a representação da resposta à questão 2.a por parte de uma aluna, acompanhada de seus cálculos correspondentes.

Figura 17: Resposta a questão 2.a do Questionário II de uma aluna da 1ª série

Handwritten work showing the formula $C = 2\pi r$ and calculations for $C = 38268 \text{ km}$.

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Aluno A	Aluno B	Aluno C	Aluno D	Aluno E
$C = 2\pi r$	$C = 2\pi r$	$C = 2\pi r$		$C = 2\pi r$
$C = 2.3.6378$	$C = 2.\pi.6378$	$C = 38628$	$C = 2\pi r = 38628 \text{ km}$	$C = 2.\pi.6378$
$C = 38628 \text{ km}$	$C = 38268 \text{ km}$			$C = 3268 \text{ km}$

b) Qual o tempo que a Terra leva para realizar o seu movimento de Rotação e Translação?

- Aluno A – “Rotação – 24 horas Translação 365 dias e 6 horas”
- Aluno B – “24 horas e translação é 365 dias”
- Aluno C – “Rotação \cong 24 horas Translação \cong 365 dias”
- Aluno D – “Rotação 24 horas e Translação 365 dias”
- Aluno E – “Rotação = 24 h e Translação = 365 e 6 h”

c) A velocidade média da Terra em relação ao seu movimento de Rotação tomando como referência a linha do Equador.

A Figura 18 apresenta a representação da resposta à questão 2.c por parte de um aluno, acompanhada de seus cálculos correspondentes.

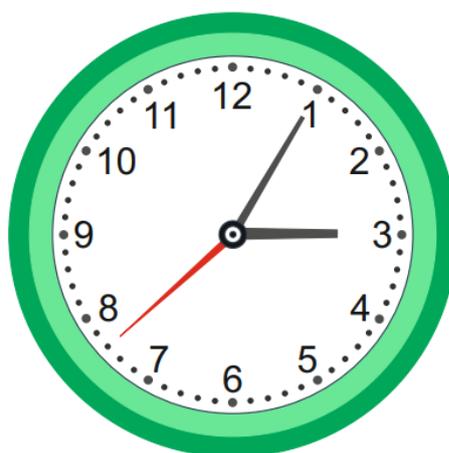
Figura 18: Resposta a questão 2.c do Questionário II de um aluno da 1ª série

Handwritten work showing the formula $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ and calculations for $R = 1594,5 \text{ km/h}$.

Fonte: Elaboração própria, 2024.

- Aluno A – “ $v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{38328}{24} = 1594,5 \text{ km/h}$ ”
- Aluno B – “ $v_m = \frac{38328}{24} = 1594,5 \text{ k/h}$ ”
- Aluno C – “ $v_m = \frac{38328}{24} = 1594,5$ ”
- Aluno D – “ $v_m = 1594,5 \text{ km/h}$ ”
- Aluno E – “ $v_m = \frac{38328,}{24}$ ”

Pergunta 3 – Os ponteiros do relógio são utilizados para indicar as horas, minutos e segundos em um dia. A movimentação dos ponteiros em um relógio é um exemplo de movimento circular uniforme, onde a velocidade é constante em módulo. O cálculo da velocidade escalar média dos ponteiros pode ser utilizado para determinar a rapidez com que eles se movem ao longo do dia.



Um relógio possui um ponteiro de segundos que possui um comprimento de 6 cm e completa uma volta completa a cada 60 segundos, um ponteiro de minutos que possui um comprimento de 4 cm e completa uma volta completa a cada 60 minutos, e o ponteiro das horas que possui um comprimento de 3 cm e completa uma volta completa a cada 12 horas. Qual será a velocidade média de cada ponteiro?

A Figura 19 apresenta a representação da resposta à questão 3 por parte de uma aluna, acompanhada de seus cálculos correspondentes.

Figura 19: Resposta a questão 3 do Questionário II de uma aluna da 1ª série

$v_m = \frac{36}{60}$	1. $C = 2\pi r$	2. $C = 2 \cdot 3 \cdot 4 = 24$	3. $2 \cdot 3 \cdot 3 = 18$
$v_m = 0,6 \text{ cm/s}$	$C = \frac{2 \cdot 3 \cdot 6}{3} = 36 \text{ cm}$	$\frac{24}{60} = 0,4 \text{ cm/min}$	$v_m = \frac{18}{12} = 1,5 \text{ cm/h}$

- Aluno A

$C_1 = 2 \cdot \pi \cdot r$ $C_1 = 2 \cdot 3 \cdot 6 = 36 \text{ cm}$ $v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = v_m = \frac{36}{60} = 0,6 \text{ cm/s}$	$C = 2 \cdot 3 \cdot 4 = 24 \text{ cm}$ $v_m = \frac{24}{60} = 0,4 \text{ cm/min}$	$C = 2 \cdot 3 \cdot 3 = 18$ $v_m = \frac{18}{12} = 0,3 \text{ cm/h}$
--	---	--

- Aluno B

$C = 2 \cdot \pi \cdot r$ $C = 2 \cdot 3 \cdot 6 = 36$ $v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = v_m = \frac{36}{60} = 0,6$	$C = 2 \cdot \pi \cdot r$ $C = 2 \cdot 3 \cdot 4 = 24 \text{ cm}$ $v_m = \frac{24}{60} = 0,4 \text{ cm/min}$	Não respondeu ao ponteiro de horas.
--	--	-------------------------------------

- Aluno C

$C = 2 \cdot 3 \cdot 6 = 36$ $v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} \rightarrow v_m = \frac{36}{60} = 0,6 \text{ cm/s}$	$\frac{24}{60} = 0,4 \text{ cm/min}$	$\frac{18}{12} = 1,5 \text{ cm/h}$
--	--------------------------------------	------------------------------------

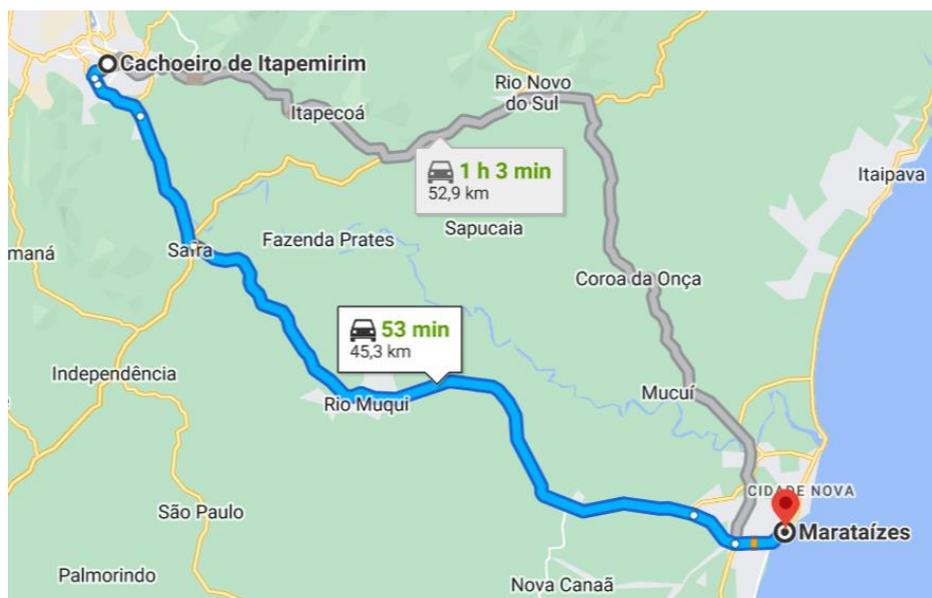
- Aluno D

$C = 2 \cdot \pi \cdot r$ $C = 2 \cdot 3 \cdot 6 = 36 \text{ cm}$ $v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = v_m = \frac{36}{60} = 0,6$	$C = 2 \cdot \pi \cdot r$ $C = 2 \cdot 3 \cdot 4 = 24 \text{ cm}$ $v_m = \frac{24}{60} = 0,4 \text{ cm/min}$	$C = 2 \cdot \pi \cdot r$ $C =$ $v_m =$
---	--	---

- Aluno E

$2 \cdot 3 \cdot 6 = 36$ $\frac{36}{60} = 0,6$ $P_s = 0,6 \text{ cm/s}$	$2 \cdot 3 \cdot 4 = 24$ $\frac{24}{60} = 0,4$ $P_m = 0,4 \text{ cm/m}$	$2 \cdot 3 \cdot 3 = 18$ $\frac{18}{12} = 1,5$ $P_m = 1,5 \text{ cm/h}$
---	---	---

Pergunta 4 – Um motorista está dirigindo de Cachoeiro de Itapemirim para Marataízes em um trecho linear da rodovia ele percebe que o velocímetro do seu carro marca 36 km/h, em seguida durante 5 segundos, mantém a aceleração constante de 3 m/s², alcançando a velocidade máxima permitida na rodovia, determine:



- A velocidade inicial do carro em m/s
- A variação de velocidade do carro em m/s
- A velocidade final do carro em km/h
- A distância percorrida pelo carro durante a aceleração.

- Aluno A

A Figura 20 representa a resposta da questão 4 por parte de uma aluna, acompanhada de seus cálculos correspondentes.

Figura 20: Resposta a questão 4 do Questionário II de uma aluna da 1ª série

a) A velocidade inicial do carro em m/s $36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$.

b) A variação de velocidade do carro em m/s $\Delta v = 15 \text{ m/s}$.

c) A velocidade final do carro em km/h $25 \cdot 3,6 = 90 \text{ km/h}$.

d) A distância percorrida pelo carro durante a aceleração. $\Delta S = 87,5 \text{ m}$.

Handwritten calculations:

$$b) \Delta v = v - v_0 \quad \left\{ \begin{array}{l} v = v_0 + a \cdot t \\ v = 10 + 3,5 \\ v = 25 \text{ m/s} \end{array} \right.$$

$$\Delta v = 25 - 10$$

$$\Delta v = 15 \text{ m/s}$$

$$d) S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

$$S - S_0 = 10 \cdot 3,5 + \frac{2 \cdot 3,5^2}{2}$$

$$\Delta S = 50 + 37,5$$

$$\Delta S = 87,5 \text{ m}$$

Fonte: Elaboração própria, 2024.

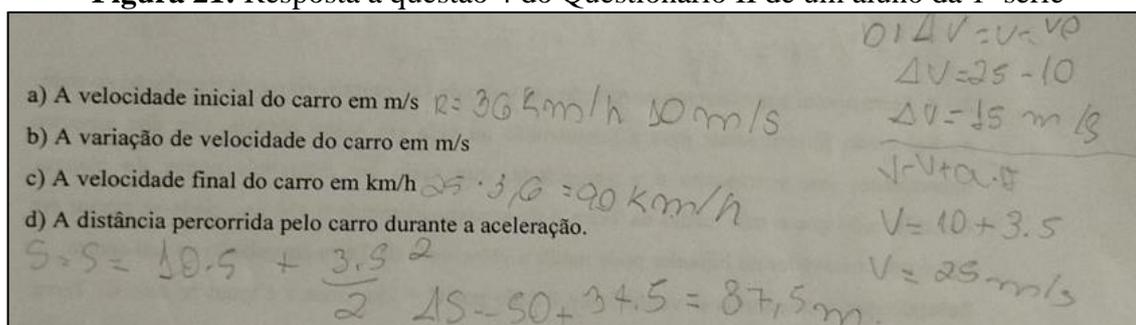
- Aluno B

a)	b)		c)	d)
$\frac{36}{3,6} = 10$ $10m/s$	$\Delta v = v - v_0$ $\Delta v = 25 - 10$ $\Delta v = 15 m/s$	$v = v_0 + a \cdot t$ $v = 10 + 3,5$ $v = 25 m/s$	$25,3,6 = 90 km/h$	$S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$ $S - S_0 = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$ $\Delta S = 10,5 + \frac{3,5^2}{2}$ $\Delta S = 87,5m$

- Aluno C

A Figura 20 representa a resposta da questão 4 por parte de um aluno, acompanhada de seus cálculos correspondentes.

Figura 21: Resposta a questão 4 do Questionário II de um aluno da 1ª série



Fonte: Elaboração própria, 2024.

- Aluno D

a)	b)		c)	d)
$\frac{36}{3,6} = 10$ $36 \frac{km}{h} = 10m/s$	$\Delta v = v - v_0$ $\Delta v = 25 - 10$ $\Delta v = 15 m/s$	$v = v_0 + a \cdot t$ $v = 10 + 3,5$ $v = 25 m/s$	$25,3,6 = 90 km/h$	$S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$ $S - S_0 = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$ $\Delta S = 10,5 + \frac{3,5^2}{2}$ $\Delta S = 87,5m$

- Aluno E

a)	b)		c)	d)
$\frac{36}{3,6} = 10$ $10m/s$	$v = v_0 + a \cdot t$ $v = 10 + 3,5$ $v = 25 m/s$	$\Delta v = 25 - 10$ $\Delta v = 15 m/s$	$25,3,6 = 90 km/h$	$87,5 m$

Pergunta 5 - Um grupo de alunos está jogando futebol na aula de Educação Física quando um dos jogadores chuta a bola para o alto e ela começa a subir até atingir a altura máxima, quando para e inicia a queda. Sabendo que a bola foi chutada com uma velocidade inicial de 20 m/s para cima e desconsiderando a resistência do ar, pede-se:



- Qual é a altura máxima que a bola alcança?
- Quanto tempo a bola leva para atingir a altura máxima?
- Qual é a velocidade da bola quando ela retorna a posição que foi chutada?

Considere a aceleração da gravidade no local como 10 m/s².

- Aluno A

a)	b)	c)
$S - S_0 = v_0 \cdot t - \frac{a \cdot t^2}{2}$ $\Delta S = v_0 \cdot t - \frac{a \cdot t^2}{2}$ $\Delta S = 20 \cdot 2 - \frac{10 \cdot 2^2}{2}$ $\Delta S = 40 - \frac{10 \cdot 4}{2}$ $\Delta S = 20 \text{ m}$	$v = v_0 + a \cdot t$ $0 = 20 - 10 \cdot t$ $t = \frac{20}{10} = 2 \text{ s}$	$v = 20 \text{ m/s}$

- Aluno B

a)	b)	c)
$\Delta S = v_0 \cdot t - \frac{a \cdot t^2}{2}$ $\Delta S = 20 \cdot 2 - \frac{10 \cdot 2^2}{2}$ $\Delta S = 40 - \frac{10 \cdot 4}{2}$ $\Delta S = 20 \text{ m}$	$0 = 20 - 10 \cdot t$ $t = 2 \text{ s}$	$v = 20 \text{ m/s}$

- Aluno C

A Figura 22 representa a resposta da questão 5 por parte de um aluno, acompanhada de seus cálculos correspondentes.

Figura 22: Resposta a questão 5 do Questionário II de um aluno da 1ª série

Handwritten student work for question 5. The work is divided into two columns by a wavy line. The left column shows the calculation of displacement ΔS : $\Delta S = v_0 t + \frac{a \cdot t^2}{2}$, $\Delta S = 20 \cdot 2 - \frac{10 \cdot 2^2}{2}$, $\Delta S = 40 - \frac{40}{2}$, $\Delta S = 20 \text{ m/s}$. The right column shows the calculation of time t : $0 = 20 - 10t$, $10t = 20$, $t = \frac{20}{10}$, $t = 2 \text{ s}$. A final result 20 km/s is written at the top right with an arrow pointing to the right column.

Fonte: Elaboração própria, 2024.

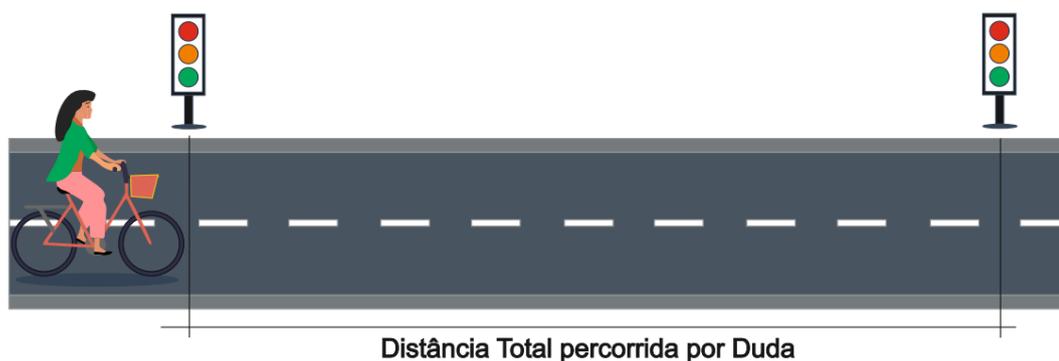
- Aluno D

a)	b)	c)
20 m	$t = 2 \text{ s}$	20 m/s

- Aluno E

a)	b)	c)
$S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$ $S - S_0 = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$ $\Delta S = 20 \cdot 2 + \frac{10 \cdot 2^2}{2}$ $\Delta S = 40 + \frac{10 \cdot 4}{2}$ $\Delta S = 40 + 20 = 60 \text{ m}$	$v = v_0 + a \cdot t$ $0 = 20 - 10 \cdot t$ $t = 2 \text{ s}$	$v = 20 \text{ m/s}$

Pergunta 6 - Duda está pedalando sua bicicleta em uma ciclovia retilínea e horizontal. Ela parte do repouso em um semáforo e acelera uniformemente até atingir a velocidade de 10 m/s em 5 segundos. Em seguida, mantém essa velocidade constante por 5 segundos antes de desacelerar uniformemente percorrendo 15 metros até parar em outro semáforo. Determine:



- A aceleração média de Duda durante a primeira fase de seu movimento.
- A distância percorrida por Duda durante a segunda fase, na qual ela mantém a velocidade constante.
- A distância total percorrida por Duda desde o primeiro semáforo até o segundo semáforo.

Nenhum aluno respondeu à questão 6 durante o período de avaliação e quando indagados sobre o motivo dessa omissão, alguns alunos justificaram sua decisão devido ao pouco tempo, uma vez que a questão possuía 3 itens a serem respondidos. Dessa forma, optaram em seguir para as próximas questões. O tempo designado para a conclusão das oito questões foi limitado

a 50 minutos. Entretanto, os alunos expressaram sua insatisfação com a brevidade desse período para realizar todas as tarefas propostas.

Apesar de não terem solucionado a questão, os alunos expressaram durante a correção que não a consideraram tão difícil, apesar das dúvidas que surgiram durante a apresentação dos itens. Um aluno mencionou que se sentiu aliviado de ter pulado essa questão, pois sentiu que não seria capaz de resolvê-la, mas após a correção, quando questionado se ainda tinha alguma dúvida sobre o problema, ele afirmou que não.

Pergunta 7 - (Enem 2020) Nas estradas brasileiras existem vários aparelhos com a finalidade de medir a velocidade dos veículos. Em uma rodovia, cuja velocidade máxima permitida é de 80 km h^{-1} , um carro percorre a distância de 50 cm entre os dois sensores no tempo de 20 ms. De acordo com a Resolução n. 396, do Conselho Nacional de Trânsito, para vias com velocidade de até 100 km h^{-1} , a velocidade medida pelo aparelho tem a tolerância de $+7 \text{ km h}^{-1}$ além da velocidade máxima permitida na via. Considere que a velocidade final registrada do carro é o valor medido descontado o valor da tolerância do aparelho. Nesse caso, qual foi a velocidade final registrada pelo aparelho?

a – 38 km h^{-1}

b – 65 km h^{-1}

c – 83 km h^{-1}

d – 90 km h^{-1}

e – 93 km h^{-1}

Na resolução da questão 7, nenhum dos alunos conseguiu apresentar uma solução, 16/29 não selecionaram nenhuma das alternativas disponíveis, 1/29 da turma, escolheu a alternativa b. Por sua vez, 8/29 alunos optaram pela alternativa correta, a alternativa C. Por fim, 4/29 do total, escolheram a alternativa d.

Considerando esses pontos, é possível inferir que a questão 7 representou um desafio para os alunos, evidenciado pela ausência de soluções apresentadas, a alta porcentagem de não seleção de alternativas e a baixa adesão à alternativa correta. Durante a correção da atividade, esta questão foi minuciosamente discutida com os alunos, destacando os possíveis equívocos que poderiam surgir em sua resolução e esses pontos foram abordados durante a explicação e correção da atividade.

Pergunta 8 – (ENEM 2012) Uma empresa de transportes precisa efetuar a entrega de uma encomenda o mais breve possível. Para tanto, a equipe de logística analisa o trajeto desde a empresa até o local da entrega. Ela verifica que o trajeto apresenta dois trechos de distâncias diferentes e velocidades máximas permitidas diferentes. No primeiro trecho, a velocidade máxima permitida é de 80 km/h e a distância a ser percorrida é de 80 km. No segundo trecho, cujo comprimento vale 60 km, a velocidade máxima permitida é 120 km/h.

Supondo que as condições de trânsito sejam favoráveis para que o veículo da empresa ande continuamente na velocidade máxima permitida, qual será o tempo necessário, em horas, para a realização da entrega?

a – 0,7 b – 1,4 c – 1,5 d – 2,0 e – 3,0

Aluno A		Aluno B	
$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$	$\Delta t = \frac{60}{120} = 0,5h$	$\Delta t = \frac{\Delta S}{v_m} = \frac{80}{80} = 1h$	$\Delta t = \frac{60}{120} = 0,5h$
$\Delta t = \frac{\Delta S}{v_m} = \frac{80}{80} = 1h$	c - 1,5		

- Aluno C

A Figura 23 representa a resposta da questão 8 por parte de uma aluna, acompanhada de seus cálculos correspondentes.

Figura 23: Resposta a questão 8 do Questionário II de uma aluna da 1ª série

a - 0,7 b - 1,4 ~~c - 1,5~~ d - 2,0 e - 3,0
 $v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta S}{v_m}$
 $\Delta t = \frac{80}{80} = 1h$ $v = 120 \text{ km/h}$
 $\Delta t = \frac{60}{120} = 0,5h$ 60 Km
 $\Delta t = \frac{60}{120} = 0,5h$ 1,5

Fonte: Elaboração própria, 2024.

- Aluno D

A Figura 24 representa a resposta da questão 8 por parte de uma aluna, acompanhada de seus cálculos correspondentes.

Figura 24: Resposta a questão 8 do Questionário II de uma aluna da 1ª série

$a - 0,7$ $b - 1,4$ $x - 1,5$ $d - 2,0$ $e - 3,0$

$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{v_m}$
 $\Delta t = \frac{80}{80} = 1h$

$v = 120 \text{ km/h}$
 60 km

$\Delta t = \frac{60}{120} = 0,5h$ $1,5$

Fonte: Elaboração própria, 2024.

- Aluno E

A Figura 25 representa a resposta da questão 8 por parte de uma aluna, acompanhada de seus cálculos correspondentes.

Figura 25: Resposta a questão 8 do Questionário II de uma aluna da 1ª série

$a - 0,7$ $b - 1,4$ $\bullet - 1,5$ $d - 2,0$ $e - 3,0$

$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$
 $\Delta t = \frac{\Delta s}{v_m}$

$\Delta t = \frac{80}{80} = 1h$

$\Delta t = \frac{60}{120} = 0,5h$

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Na resolução da questão 8, 14/29 dos alunos escolheram a alternativa C, que é a correta, e forneceram a solução adequada, outros 11/29 alunos, também selecionaram a alternativa correta, porém não apresentaram a solução, por fim, 4/29 alunos não marcaram nenhuma das alternativas disponíveis.

A maioria dos alunos conseguiu identificar a alternativa correta para a questão 8, contudo, é importante incentivar uma compreensão mais profunda do problema, incentivando os alunos a não apenas encontrar a resposta correta, mas também a entender o raciocínio por trás dela. Durante a correção, foi realizada uma discussão em conjunto com os alunos sobre a forma usual de resolver a questão, fornecendo uma interpretação detalhada do problema.

5.2.3 6º MOMENTO QUESTIONÁRIO PI II E PERGUNTA-CHAVE DO EC II

Iniciou-se o momento com uma breve revisão do conteúdo, com duração aproximada de 15 minutos, em seguida, foi entregue aos alunos o questionário PI II (*Peer Instruction*), conforme descrito no apêndice A, acompanhado de um Cubo de Respostas (apêndice A)

concebido para que os estudantes pudessem registrar suas escolhas de alternativas, facilitando a posterior contabilização por parte do docente. A Figura 26 ilustra a participação ativa dos alunos durante a execução da atividade, enriquecendo a compreensão da dinâmica em sala de aula.

Figura 26: Alunos participando do questionário de *PI II*



Fonte: Elaboração própria, 2024.

A seguir, disponibilizamos a transcrição dessa etapa e os erros e acertos obtidos pelos estudantes durante a aplicação do Questionário *PI II* realizado em sala.

Durante o Teste Conceitual os alunos tiveram de 2 a 3 minutos para apresentarem suas respostas no cubo de alternativas, posteriormente, o docente procedia à avaliação e encaminhamento das próximas etapas de acordo com o exigido na aplicação do *Peer Instruction* proposto por Mazur.

Pergunta 1 – A mecânica newtoniana combina-se com a concepção parmenídica do tempo apresentada no Estudo de Caso 1.

() Verdadeiro () Falso

Analisando as respostas da primeira questão, foi constatado que 23/26 alunos consultados selecionaram corretamente a opção “**Falso**”, em contrapartida, apenas 3/26 alunos optaram pela alternativa “**Verdadeiro**”, conforme sugere Araújo e Mazur (2013), os conceitos foram compreendidos, dessa forma, procedeu-se a uma breve exposição sobre a resposta adequada.

Pergunta 2 – A mecânica newtoniana não distingue passado e futuro.

() Verdadeiro () Falso

Após a coleta dos resultados obtidos na questão 4, onde se constatou que apenas 3/26 (aproximadamente 11,54%) dos alunos obtiveram êxito na questão proposta, conforme critérios estabelecidos Araújo e Mazur (2013), considerando que menos de 30% dos alunos alcançaram acerto na referida questão, tornou-se necessária uma intervenção breve onde buscou-se destacar os principais aspectos relacionados ao conteúdo abordado, apontando que a visão newtoniana concebe o tempo como uma entidade absoluta, propondo uma ênfase nas características fundamentais que influenciam na resolução do problema apresentado. Em seguida, solicitou-se aos estudantes que fornecessem uma nova resposta.

Ao coletar as respostas foi verificado que 26/26 (100%) alunos selecionaram corretamente a opção “**Verdadeiro**”, desse modo, Araújo e Mazur (2013), aponta que os conceitos foram compreendidos, dessa forma, procedeu-se a uma breve exposição sobre a resposta adequada.

Pergunta 3 – O tempo para Newton é:

a.() Absoluto b.() Relativo

Após a resposta dos alunos foi constatado que 25/26 (aproximadamente 96,16%) alunos consultados selecionaram corretamente a opção “**a**”, em contrapartida, apenas 1/26 alunos optaram pela alternativa “**b**”, conforme sugere Araújo e Mazur (2013), os conceitos foram compreendidos e realizou-se uma breve exposição sobre a resposta correta, consolidando o entendimento adquirido.

Pergunta 4 - No movimento retilíneo uniforme, a velocidade do objeto é:

a.() Constante b.() Variável

Durante a análise dos resultados, observou-se que 24/26 (aproximadamente 92,31%) alunos escolheram corretamente a opção “**a**”, enquanto apenas 2/26 (aproximadamente 7,69%) alunos selecionaram a alternativa “**b**”. Segundo Araújo e Mazur (2013), este cenário evidencia e sinaliza uma compreensão dos conceitos abordados.

Pergunta 5 - No movimento retilíneo uniforme, a aceleração é:

a. Constanteb. Variável

Após a análise das respostas dos alunos, foi observado que 25/26 consultados, aproximadamente 96,16%, escolheram corretamente a opção “**a**” enquanto somente 1/26 (aproximadamente 3,84%) aluno optou pela alternativa “**b**”. Como Araújo e Mazur (2013) sugerem, os conceitos foram assimilados, promovendo-se então uma breve exposição sobre a resposta correta, contribuindo para consolidar o entendimento adquirido pelos alunos.

Pergunta 6 - No movimento uniformemente variado, a velocidade do objeto varia com uma aceleração:

a. Constanteb. Variável

Após a análise das respostas dos alunos, foi observado que 25/26 consultados, aproximadamente 96,16%, escolheram a alternativa errada, sendo essa a opção “**b**” enquanto somente 1/26 (aproximadamente 3,84%) aluno optou pela alternativa “**b**” que era a correta.

De acordo com Araújo e Mazur (2013), como a quantidade de acertos foi inferior a 30% realizou-se uma breve intervenção, visando elucidar os fundamentos relacionados ao conteúdo abordado, mostrando as principais características do Movimento Uniformemente Variado, logo após, solicitou-se aos estudantes que oferecessem uma nova resposta, pautada nos fundamentos discutidos durante a intervenção.

Ao coletar as respostas foi verificado que 26/26 (100%) alunos selecionaram corretamente a opção “**a**”, desse modo, Araújo e Mazur (2013), aponta que os conceitos foram compreendidos e procedeu-se a uma breve exposição sobre a resposta adequada.

Pergunta 7 - No movimento retilíneo uniformemente variado, a velocidade inicial é igual à velocidade final?

 Verdadeiro Falso

Na contagem das respostas dos alunos, foi observado que 24/26 consultados, aproximadamente 92,31%, escolheram corretamente a opção “**Falso**” enquanto somente 2/26 (aproximadamente 7,69%) aluno optou pela alternativa “**Verdadeiro**” que era a resposta errada. Como Araújo e Mazur (2013) sugerem, os conceitos foram assimilados, promovemos então uma breve exposição sobre a resposta correta, contribuindo para consolidar o entendimento adquirido pelos alunos.

Pergunta 8 - No movimento uniformemente variado, a distância percorrida pelo objeto varia de acordo com o tempo ao quadrado?

() Verdadeiro () Falso

Foi verificado que 21/26 dos alunos, aproximadamente 80,77%, escolheram corretamente a opção “**Verdadeiro**” enquanto somente 5/26 (aproximadamente 19,23%) dos alunos escolheram a alternativa “**Falso**” que era a resposta errada. Como Araújo e Mazur (2013) sugerem, os conceitos foram assimilados, promovemos então uma breve exposição sobre a resposta correta, observando as características do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, contribuindo para consolidar o entendimento adquirido pelos alunos.

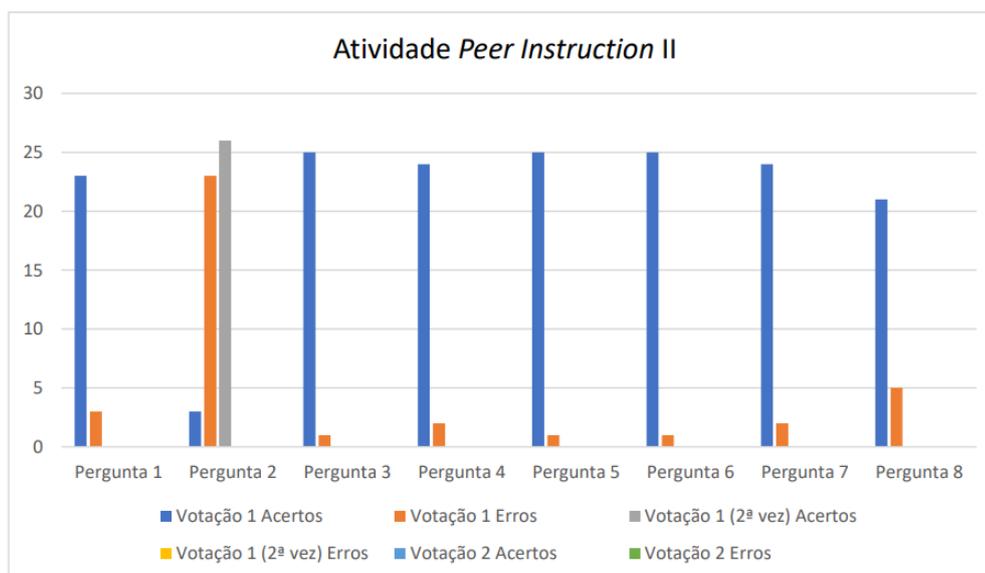
A seguir, apresentamos o Quadro 16 com as ocorrências relativas às respostas dos alunos, oferecendo uma análise abrangente e detalhada para melhor compreensão do contexto.

Quadro 16: Respostas obtidas no Atividade *PI II*

Atividade <i>Peer Instruction II</i>						
Perguntas	Votação 1		Votação 1 (2ª vez)		Votação 2	
	Acertos	Erros	Acertos	Erros	Acertos	Erros
Pergunta 1	23	3				
Pergunta 2	3	23	26	0		
Pergunta 3	25	1				
Pergunta 4	24	2				
Pergunta 5	25	1				
Pergunta 6	25	1				
Pergunta 7	24	2				
Pergunta 8	21	5				

Fonte: Elaboração própria, 2024.

A partir dos dados obtidos, foi elaborado um gráfico para proporcionar uma visualização rápida e clara das informações coletadas, conforme detalhado na Gráfico 02.

Gráfico 02: Gráfico dos resultados do Atividade de *PI II*.

Fonte: Elaboração própria, 2024

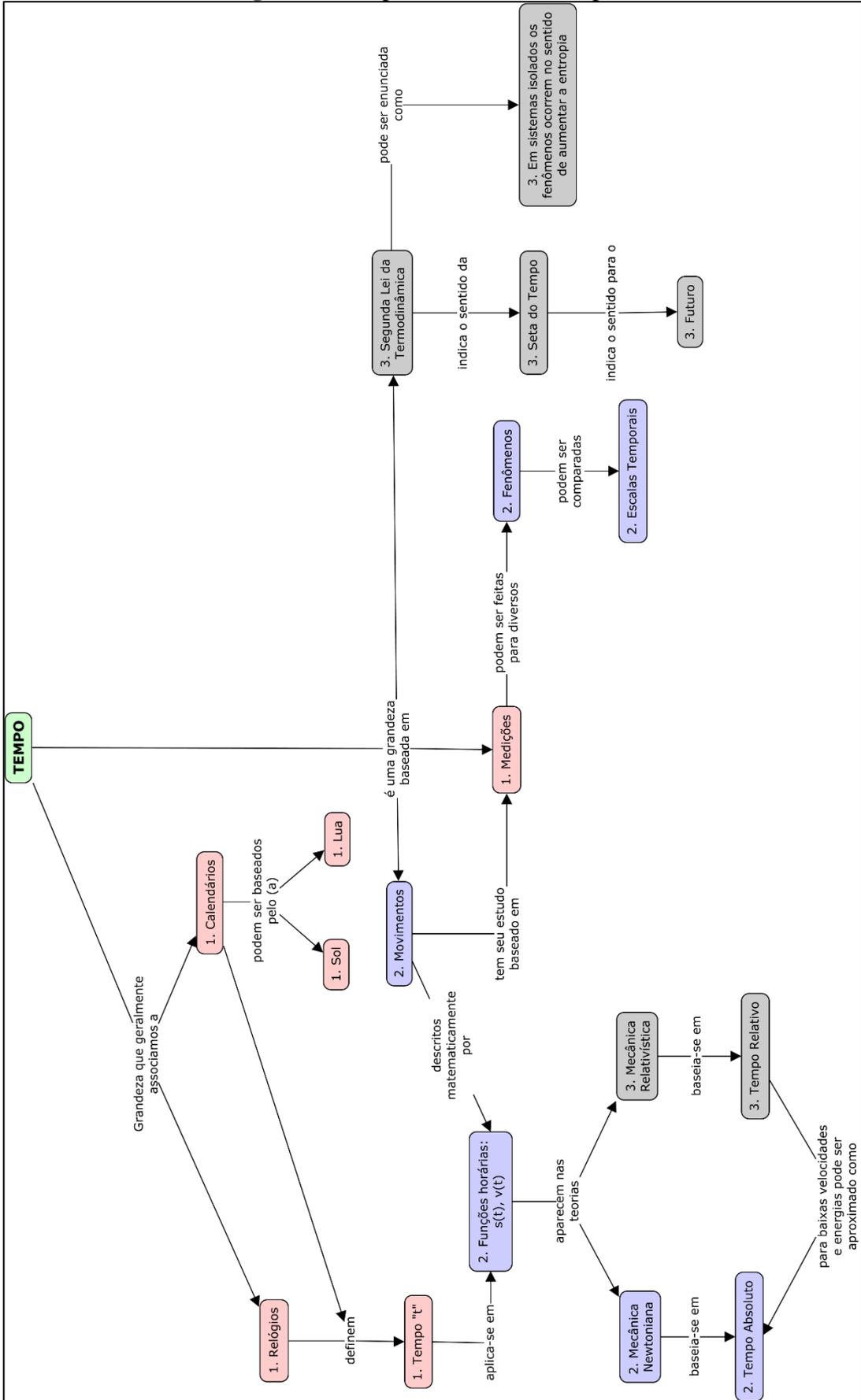
Após o Questionário de *PI II* retomou-se a pergunta do Estudo de Caso II em um diálogo com os alunos, buscando verificar suas respostas sobre o Tempo ser Absoluto ou Relativo, quando um aluno relatou que percebia o tempo como o apresentado por Newton que é o absoluto e desvinculado de quaisquer fenômenos físicos, os outros alunos concordaram. Na visão newtoniana, tanto o espaço absoluto quanto o tempo absoluto são concebidos de modo independentes dos objetos materiais e não sofrem influência de fenômenos físicos, fornecendo um quadro de referência absoluto para descrever a posição e o movimento dos corpos (Newton, 1990). Quando indagados sobre se indivíduos portando relógios diferentes observariam uma mudança do tempo similar, afirmaram afirmativamente que sim, sem dúvidas, contudo, os alunos não haviam sido expostos às concepções de Einstein até o momento.

Ao serem questionados sobre a natureza absoluta do tempo newtoniano, que não faz distinção entre eventos passado, presente ou futuro, os participantes permaneceram em silêncio por um breve período. Posteriormente, uma das alunas respondeu que não podemos voltar ao passado e nem ir para o futuro, só conhecemos o agora, então é isso professor. E refiz a pergunta, questionando se eles sabiam quando era o passado e porque agora é presente e para onde estamos indo, um outro aluno respondeu porque o tempo passa e eu os questioneei, passa para onde? Uma aluna respondeu, isso é filosófico demais professor, concordei, prometendo explorar esse conteúdo na próxima aula, ponderando sobre o rumo que o tempo tomará.

5.3 Etapa 3

Durante o desenvolvimento da Etapa 3, o professor monitora o avanço dos conteúdos por meio do Mapa Conceitual, criado com o objetivo de facilitar a Diferenciação Progressiva dos conteúdos. A Figura 27 é atualizada chegando a sua completude, o conceito de tempo é enfatizado como o mais abrangente pelos autores, sendo indicado por um fundo verde. A Etapa 1 é distinguida por um fundo vermelho e o número “1” posicionado à esquerda. A Etapa 2 é identificada por um fundo roxo e o número “2”, à esquerda. Por fim, a Etapa 3 é destacada com um fundo cinza e o número “3” à esquerda, com o objetivo de orientar o professor de forma mais clara durante as etapas. Posteriormente, no 10º Momento o professor utiliza-se desse Mapa Conceitual completo para revisar os conteúdos ensinados e conduzir uma explicação detalhada aos estudantes com base no mapa conceitual.

Figura 27: Mapa Conceitual da Etapa 3



Fonte: Elaboração própria, 2024

5.3.1 7º MOMENTO – APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO 3 C.P. E EC III

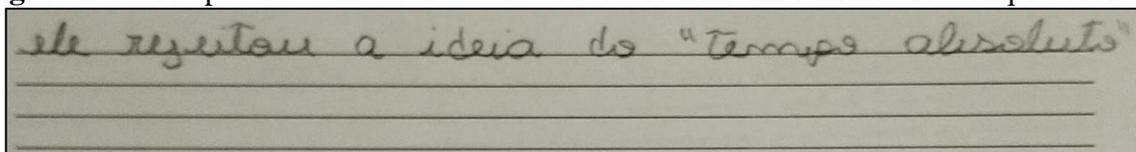
Inicia-se a aplicação da 3ª Etapa a partir da aplicação dos Questionários 3 C.P. que servirão de base para adaptar às compreensões prévias dos alunos e introduzindo novos conceitos de modo a facilitar sua associação com conhecimentos preexistentes. A teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel ressalta os conhecimentos prévios do aprendiz no processo de aprendizagem, enfatizando a necessidade de estabelecer conexões significativas entre o que se deseja ensinar e os conhecimentos prévios, visando facilitar uma aprendizagem que seja tanto significativa quanto duradoura. Na teoria de Ausubel, o conceito de "subsunção", que representa uma estrutura específica de conhecimento prévio, atuando como referência para a assimilação de novas informações e se constituem elementos significativos da organização cognitiva do sujeito, suscetíveis a alterações à medida que interagem com novas informações (Moreira, 2009).

Portanto, à luz da análise dos dados e conforme detalhado na metodologia deste estudo, iniciamos a avaliação das respostas fornecidas pelos alunos no questionário.

Observamos uma falta de diversidade nas respostas pelos alunos e a manifestação de incertezas em relação aos conceitos, reiterando sua falta de familiaridade com o conteúdo apresentado e expressando dificuldades na elaboração de respostas adequadas, entretanto, dessa vez mais alunos propuseram que as histórias (Estudo de Caso) começassem antes das atividades porque dessa maneira eles poderiam responder as questões.

A Figura 28 traz representação da questão 1 sobre a posição de Albert Einstein em relação a ideia de “tempo absoluto” respondida por uma aluna, cuja transcrição é a seguinte: “Ele rejeitou a ideia de tempo absoluto”

Figura 28: – Resposta de uma aluna da 1ª série sobre Einstein e a ideia de “tempo absoluto”



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Apresentamos a transcrição de algumas respostas coletadas referentes à perspectiva temporal na Física por meio do questionário 3 C.P. conduzido na sala de aula.

Pergunta 1 - Qual a posição de Albert Einstein em relação a ideia de “tempo absoluto”?

- Aluno A – “Acho que falava que o tempo é relativo”
- Aluno B – “Ele não acreditava nessa teoria. Para Einstein o tempo era relativo”
- Aluno C – “Não estudei sobre Einstein.”
- Aluno D – “Não sei.”
- Aluno E – “Não sei, pois não cheguei a estudar sobre Albert Einstein ainda.”

Pergunta 2 - Os fenômenos físicos são irreversíveis? Qual sua relação com a termodinâmica?

- Aluno A – “Não tenho conhecimentos necessários sobre a termodinâmica para responder a questão, mas sobre fenômenos físicos irreversíveis posso dizer que são objetos que quando mudados não volta a sua forma primária.”
- Aluno B – “Não, pois mesmo mudando, ele continua o mesmo, não sei qual a relação pois ainda não estudei sobre.”
- Aluno C – “Não sei.”
- Aluno D – “Sim, eles podem ser reversíveis e irreversíveis.”
- Aluno E – “Não estudei isso”

Pergunta 3 - O que você sabe sobre a Teoria da Relatividade Restrita de Albert Einstein e como ela altera a compreensão da Física sobre o tempo?

- Aluno A – “Albert acreditava que o tempo é relativo como diz em sua teoria, isso muda a compreensão dizendo que o tempo pode mudar de acordo com a massa de um corpo ou velocidade dele.”
- Aluno B – “Eu não sei sobre a teoria dele.”
- Aluno C – “Nunca ouvi falar sobre essa teoria.”
- Aluno D – “Não sei.”
- Aluno E – “É aquela coisa de relatividade e que o tempo para uma pessoa não pode ser/não é o mesmo para as outras pessoas.”

Pergunta 4 - Qual a sua opinião de tempo absoluto, ou seja, ele é mesmo para todos, independente das circunstâncias?

- Aluno A – “Eu acho que ele é absoluto apesar de quaisquer circunstâncias.”

- Aluno B – “Eu acho que o tempo continua o mesmo, pois ele não para, mas as consequências do tempo passando é diferente para todos.”
- Aluno C – “Eu acredito que o tempo é absoluto independente de qualquer coisa, pois o tempo é a mesma coisa para todos.”
- Aluno D – “Sim, o que muda é a maneira de conta-lo”
- Aluno E – “Concordo.”

Pergunta 5 - Como a Física aborda o tempo?

- Aluno A – “Como algo absoluto e que pode ser medido.”
- Aluno B – “Que o tempo nunca para.”
- Aluno C – “A contagem das horas”
- Aluno D – “Não sei.”
- Aluno E – “A Física usa o tempo para calcular as coisas.”

Pergunta 6 - Como você definiria o tempo?

- Aluno A – “Eu definiria que o tempo é absoluto, pois o tempo é o mesmo para todos”
- Aluno B – “Que o tempo nunca para.”
- Aluno C – “Em segundos, minutos, horas, dias, meses, décadas.”
- Aluno D – “Medida que define a passagem de algo.”
- Aluno E – “De uma maneira mais filosófica, poética e algo mais subjetivo em que cada um pode encontrar sua definição.”

Pergunta 7 - Você acha que o tempo é uma dimensão fundamental do universo, assim como o espaço? Por quê?

- Aluno A – “Sim, porque o tempo está em tudo.”
- Aluno B – “Sim, porque o tempo é a única coisa que não pode ser mudada ou vencida”
- Aluno C – “Sim.”
- Aluno D – “Sim, pois um depende de outro para existir.”
- Aluno E – “Não sei.”

Einstein (1999) desafiou a concepção de tempo absoluto, defendendo que é relativo e variável conforme o observador e as condições do espaço-tempo, como corroborado pelas

teorias da relatividade restrita e geral, o que os alunos A e B reconhecem, em contrapartida, a maioria dos estudantes não conseguiram elaborar uma resposta, afirmando nunca ter estudado sobre o assunto.

Os fenômenos físicos podem ser reversíveis ou irreversíveis, dependendo das condições. Na termodinâmica, os processos irreversíveis são aqueles que envolvem dissipação de energia, aumentando a entropia do sistema, como definido pela segunda lei, alguns alunos forneceram respostas incorretas ou incompletas, enquanto a maioria admitiu não saber, alegando falta de estudo sobre o assunto.

A Teoria da Relatividade Restrita de Einstein propõe que o tempo e o espaço são relativos, alterando a visão clássica da física (Einstein, 1999). Ela demonstra que o tempo não é absoluto, mas varia conforme a velocidade, como apontado pelo Aluno A. As respostas apresentavam erros conceituais, e a maioria dos estudantes não tinha conhecimento da teoria da Relatividade Restrita, a qual é abordada apenas no final do Ensino Médio.

As opiniões dos alunos divergem sobre a natureza do tempo absoluto. Enquanto alguns, defendem que o tempo é absoluto e idêntico para todos, outros, reconhecem que as percepções do tempo podem variar. O Aluno D sugere que a contagem do tempo pode mudar, mas sua essência permanece inalterada. Alguns alunos simplesmente concordam sem fornecer detalhes adicionais, mostrando que é necessário definir o conceito de tempo absoluto e determinar em quais circunstâncias ele pode ser considerado relevante para as atividades em sala de aula.

Na questão sobre como a Física aborda o tempo, alguns alunos associam o tempo à medição e contagem, enquanto outros acreditam que a Física o percebe como absoluto. Além disso, há quem o interprete como possuindo uma natureza contínua e relativa.

Alguns alunos sugerem o tempo como uma interpretação mais subjetiva e filosófica, outros como um contador que quantifica a passagem de algo refletindo diferentes perspectivas sobre a questão.

Alguns concordam, destacando que o tempo está e se conecta com tudo, enquanto outros demonstram incerteza ou falta de conhecimento sobre o assunto. Esta questão continua a gerar debate e reflexão na Física e na filosofia.

Optar pelo conceito de tempo como ponto de partida para a apresentação dos conteúdos de Física proporcionou momentos de discussão e reflexão, possibilitando uma aprendizagem significativa desse conceito em sala de aula. Além disso, essa abordagem permitiu explorar diversas perspectivas sobre o tempo, que vão desde visões científicas e filosóficas até aspectos culturais e históricos, visando promover uma compreensão mais abrangente e crítica do tema.

Na mesma linha das Etapas anteriores, nas quais foram abordados conceitos amplos através dos Estudos de Caso I e II como ponto de partida, este estudo introduzirá o Estudo de Caso III com o intuito de consolidar os conhecimentos de maneira mais significativa e contextualizada. O objetivo reside em estabelecer um fundamento para a exposição das ideias vinculadas aos conceitos para a consolidação desses conhecimentos como um elemento subsunçor. Ressalta- a importância de utilizar os resultados obtidos nas avaliações, como o Questionário 3 C.P., como suporte fundamental para embasar e legitimar as intervenções propostas.

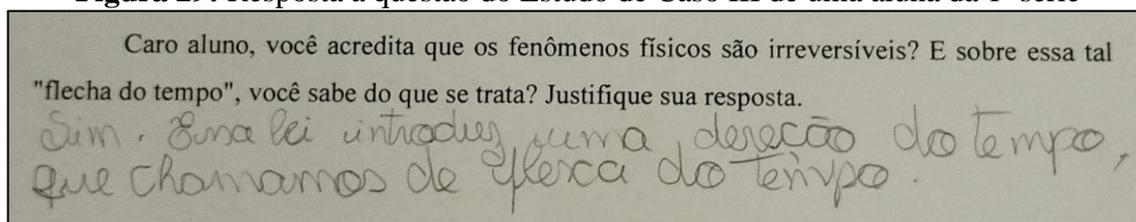
5.3.1.1 Estudo de Caso III

A implementação do Estudo de Caso III estabeleceu uma correlação entre os princípios discutidos nos Casos I e II e a, além de apresentar as perspectivas de Einstein e da Termodinâmica em relação ao conceito de tempo buscando consolidar essas ideias. Isso foi realizado por meio da participação dos alunos em uma discussão que se relacionasse diretamente com a questão central apresentada no Caso III.

No início da atividade, foi observado um aumento no número de alunos que solicitavam que as histórias (Estudo de Caso) fossem entregues primeiro, justificando que essa abordagem lhes permitiria responder às questões de forma mais eficiente. Além disso, o questionário para coleta dos conhecimentos prévios não apenas revelava o que os estudantes já sabiam sobre o tema, mas também, dentro da Sequência Didática, passou a apresentar o que poderiam aprender e os alunos buscavam ativamente essas respostas no Estudo de Caso.

Após a entrega do Caso III para cada estudante, aguardou-se a conclusão da leitura e a produção das respostas à pergunta central apresentada no texto. Em seguida, as respostas foram coletadas e deu-se início ao debate. A Figura 29 traz representação da resposta de uma aluna sobre acreditar se os fenômenos físicos são irreversíveis? E sobre essa tal "flecha do tempo", cuja transcrição é a seguinte: “Sim, essa lei introduz uma direção do tempo que chamamos de flecha do tempo.”

Figura 29: Resposta a questão do Estudo de Caso III de uma aluna da 1ª série



Fonte: Elaboração própria, 2024.

A seguir, disponibilizamos a transcrição de algumas respostas obtidas sobre a aplicação do Estudo de Caso I realizado em sala.

Pergunta 1 - Caro aluno, você acredita que os fenômenos físicos são irreversíveis? E sobre essa tal “flecha do tempo”, você sabe do que se trata? Justifique sua resposta.

- Aluno A – “Sim, é como o tempo passa como uma reta numérica.”
- Aluno B – “Sim, a flecha do tempo introduz uma direção do tempo.”
- Aluno C – “Sim. A flecha do tempo quer dizer que o tempo só vai em uma direção só.”
- Aluno D – “Sim, acredito que os fenômenos físicos são irreversíveis, pois como exemplo a queima de um pedaço de papel, não terá como fazer aquele objeto a voltar o que ele era antes. A flecha do tempo basicamente seria a distinção entre passado e futuro.”
- Aluno E – “Sim. Por conta da 2ª Lei da Termodinâmica que diz que a entropia de qualquer sistema fechado tende a aumentar com o tempo. Sim é uma unidirecional que mostra a passagem do tempo.”

Após a coleta das respostas, iniciou-se um debate com os alunos e após refazer a pergunta os alunos começaram a compartilhar suas perspectivas e ideias sobre o tema em questão. Observou-se que a maioria dos alunos defendia que os fenômenos físicos são irreversíveis, apresentando exemplos como “rasgar uma folha, o envelhecimento e quebrar um objeto”. Por outro lado, uma aluna argumentava que eles poderiam ser reversíveis, citando o exemplo da água e suas transformações. Um aluno afirmou que ambos estavam corretos, e quando questionado sobre o motivo, respondeu: “*os dois, professor, alguns são irreversíveis e outros são reversíveis*” e chegou-se ao fim da aula nesse instante.

A maioria dos estudantes apresentou a perspectiva de que os fenômenos físicos são irreversíveis, conforme evidenciado pelas respostas fornecidas por eles no Estudo de Caso III, em consonância com a Segunda Lei da Termodinâmica e a flecha do tempo. O tempo avança

em uma única direção, do passado para o futuro, e eventos passados não podem ser desfeitos. A referência à entropia reforça a inevitabilidade desse processo, destacando a impossibilidade de sistemas retornarem a estados de menor desordem (Martins, 2002).

O Estudo de Caso promove criatividade, comunicação e habilidades de resolução de problemas. Uma aluna questionou ao professor sobre a origem das histórias e revelou que gostaria de continuar explorando mais Casos. O professor, ao incentivar a imersão nos personagens e contextos, fomenta a compreensão e a busca por soluções e essa interação enriquece o aprendizado buscando soluções para o problema no fim de cada Caso (Sá; Francisco; Queiroz, 2007, p. 731).

5.3.2 8º MOMENTO - AULA EXPOSITIVA E DIALOGADA E QUESTIONÁRIO III

A exposição dos conceitos abordados na aula foi conduzida utilizando recursos visuais através de slides, conforme delineado no Apêndice A, correspondente à aula expositiva e dialogada apresentada na terceira etapa do produto educacional. O início da aula contemplou a apresentação do Teoria da Relatividade Restrita e Irreversibilidade do Tempo, iniciando com uma explicação do conceito de referencial inercial, destacando a validade das leis da Física, como a primeira lei de Newton, em referenciais que se movem com velocidade constante em relação uns aos outros e distinguindo-os dos referenciais não inerciais. São apresentados os dois postulados fundamentais da teoria da relatividade especial de Einstein, enfatizando a equivalência das leis físicas em todos os referenciais inerciais e a constância da velocidade da luz no vácuo.

Em seguida, procedeu-se à exploração do conceito de postulados com o intuito de apresentar os dois postulados de Albert Einstein na Teoria da Relatividade Restrita. Posteriormente, enfatizou-se que, na Teoria da Relatividade Restrita, a simultaneidade e a medida de tempo são consideradas relativas, variando conforme a velocidade do observador. Esta perspectiva contrasta com a concepção newtoniana de tempo absoluto e espaço absoluto. Em seguida, foram realizadas demonstrações dos cálculos pertinentes ao Ensino Médio, os quais suscitaram certa apreensão entre os estudantes. Contudo, foi assegurado que exemplos e resoluções seriam fornecidos para elucidar o conteúdo, tranquilizando os alunos quanto à complexidade do assunto.

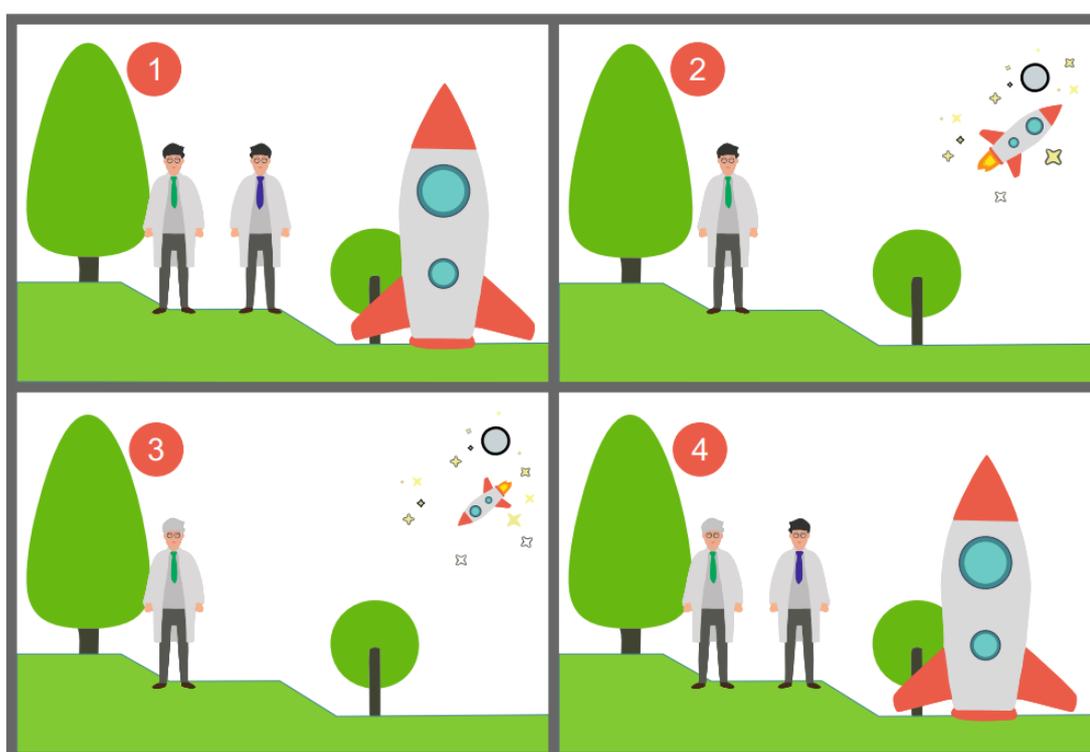
Posteriormente, iniciou-se a resolução de exemplos práticos, incentivando a participação dos alunos através de questões que visavam fomentar discussões sobre a diferença dos conceitos de tempo absoluto e do tempo relativo. Durante a resolução dos exercícios foi

necessário esclarecer algumas dúvidas de potenciação, soma e subtração de frações o que levou um pouco de tempo da aula. Logo após os esclarecimentos das dúvidas de conteúdos matemáticos iniciou-se a apresentação sobre irreversibilidade do Tempo e Flecha do Tempo, vinculando-a à segunda lei da termodinâmica e à noção de entropia e “flecha do tempo” que é introduzida como a direção irreversível do tempo, essencial para compreender diversos fenômenos físicos.

Na segunda parte desse momento, foi distribuído aos estudantes o Questionário III, conforme apêndice A, devendo ser solucionado de maneira individual e sem o uso de recursos de consulta.

A seguir, disponibilizamos a transcrição de algumas respostas obtidas sobre a aplicação do Questionário III realizado em sala.

Pergunta 1 – O paradoxo dos gêmeos é um experimento mental que ilustra os efeitos da relatividade do tempo na Teoria da Relatividade Restrita de Einstein, onde dois irmãos gêmeos (quadro 01), um deles permanece na Terra enquanto o outro viaja pelo espaço em uma nave espacial próxima à velocidade da luz (quadro 02). Quando o irmão que viajou retorna à Terra (quadro 03), ele terá envelhecido menos do que o irmão que permaneceu na Terra (quadro 04). Isso ocorre devido à dilatação do tempo, que faz com que o tempo pareça passar mais devagar para o irmão que viaja próximo à velocidade da luz. Existe a possibilidade de um ficar mais velho que o outro de acordo com a Teoria da Relatividade Restrita?



- Aluno A – “Sim, isso ocorre porque quem viaja próximo a velocidade da luz o tempo passa mais devagar.”
- Aluno B – “Sim, pois quanto mais rápido, mais devagar o tempo fica.”
- Aluno C – “Sim, o irmão que viajou o tempo passou mais devagar.”
- Aluno D – “Sim, pois o tempo dilataria.”
- Aluno E – “Sim, porque quando ocorre a dilatação do tempo entre os observadores o tempo foi diferente para ambos. O irmão que ficou na Terra envelheceu, já o que viajou para o espaço passou mais devagar.”

2 – De acordo com a questão anterior o que é dilatação do tempo na Teoria da Relatividade Restrita?

- Aluno A – “É a dilatação temporal decorrente a velocidades próximas a da luz. É a diferença de tempo percebida por 2 observadores.”
- Aluno B – “É a diferença de tempo que é observado por 2 observadores.”
- Aluno C – “A dilatação do tempo, que faz com que o tempo pareça passar mais devagar para o irmão que viaja próximo a velocidade da luz.”
- Aluno D – “Quando o tempo passa mais lento próximo a velocidade da luz.”
- Aluno E – “O tempo passa de maneira diferente para os observadores, em movimento passa mais lento e quem está parado o tempo “parece” ocorrer mais rápido.”

3 - Dois irmãos gêmeos decidem realizar um experimento. Um deles permanece na Terra enquanto o outro viaja pelo espaço em uma nave espacial próxima à velocidade da luz $0,8c$ por um período de 5 anos terrestres. Quando o irmão que viajou retorna à Terra, qual será a diferença de idade entre eles?

A Figura 30 traz representação da resposta de um aluno sobre a Pergunta 3, cuja transcrição está representada a seguir:

$$\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad 5 = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{(0,8 \cdot c)^2}{c^2}}} \quad 5 = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{0,8^2 \cdot c^2}{c^2}}} = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - 0,64}} = \frac{\Delta t'}{\sqrt{0,36}} \quad 5 = \frac{\Delta t'}{0,6} = \Delta t' = 3 \text{ anos}$$

Figura 30: Resposta da Pergunta 3 de um aluno da 1ª série

The image shows a student's handwritten solution for Question 3. It starts with the time dilation formula: $\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$. The student then substitutes $\Delta t = 5$ and $v = 0,8c$ into the formula: $5 = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{(0,8 \cdot c)^2}{c^2}}}$. This is simplified to $5 = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{0,8^2 \cdot c^2}{c^2}}}$, then $5 = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - 0,64}}$, and finally $5 = \frac{\Delta t'}{\sqrt{0,36}}$. The student concludes that $5 = \frac{\Delta t'}{0,6} = \Delta t' = 3 \text{ anos}$.

Aluno B	Aluno C	Aluno D	Aluno E
$5 = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{0,8^2 \cdot c^2}{c^2}}}$ $5 = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - 0,64}}$ $5 = \frac{\Delta t}{\sqrt{0,36}}$ $5 = \frac{\Delta t'}{0,6}$ $\Delta t' = 3 \text{ anos}$	$\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $5 = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{(0,8 \cdot c)^2}{c^2}}}$ $5 = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{0,8^2 \cdot c^2}{c^2}}}$ $5 = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - 0,64}}$ $5 = \frac{\Delta t'}{\sqrt{0,36}}$ $5 = \frac{\Delta t'}{0,6}$ $\Delta t' = 3 \text{ anos}$	$5 = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{(0,8 \cdot c)^2}{c^2}}}$ $5 = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - 0,64}}$ $5 = \frac{\Delta t'}{\sqrt{0,36}}$ $5 = \frac{\Delta t'}{0,6}$ $\Delta t' = 3 \text{ anos}$	$\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $5 = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{(0,8 \cdot c)^2}{c^2}}}$ $5 = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{0,8^2 \cdot c^2}{c^2}}}$ $5 = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - 0,64}}$ $5 = \frac{\Delta t'}{\sqrt{0,36}}$ $5 = \frac{\Delta t'}{0,6}$ $\Delta t' = 3 \text{ anos}$

4 – (UPF 2017) Em relação à teoria da relatividade restrita, formulada por Einstein, é correto afirmar:

- Estuda os fenômenos relativos a referenciais inerciais.
- As leis da Física são diferentes quando mudamos de um referencial inercial para outro.
- Em um sistema de referência inercial, a velocidade da luz, medida no vácuo, depende da velocidade com a qual se move o observador.
- O tempo é uma grandeza absoluta.
- Os referenciais inerciais são referenciais que se movem, uns em relação aos outros, com velocidade variável.

Na resolução da questão 4, a proporção foi de 25/31 dos participantes escolheram a alternativa **a** que é a correta, 3/31 selecionaram a alternativa C incorreta e outros 3/31 não escolheram nenhuma alternativa.

As respostas dos alunos sugerem que a maioria dos participantes compreendeu corretamente a questão, durante a correção das atividades buscou-se esclarecer a questão e o porquê da alternativa **a** ser a correta e as outras erradas para uma compreensão mais ampla do conteúdo abordado.

5 – (UEPB-PB 2008) A relatividade proposta por Galileu e Newton na Física Clássica é reinterpretada pela Teoria da Relatividade Restrita, proposta por Albert Einstein (1879-1955) em 1905, que é revolucionária porque mudou as ideias sobre o espaço e o tempo, uma vez que a anterior era aplicada somente a referenciais inerciais. Em 1915, Einstein propôs a Teoria Geral da Relatividade válida para todos os referenciais (inerciais e não inerciais).

Ainda acerca do assunto tratado no texto, resolva a seguinte situação-problema: Considere uma situação “fictícia”, que se configura como uma exemplificação da relatividade do tempo.

Um grupo de astronautas decide viajar numa nave espacial, ficando em missão durante seis anos, medidos no relógio da nave.

Quando retornam a Terra, verifica-se que aqui se passaram alguns anos.

Considerando que c é a velocidade da luz no vácuo e que a velocidade média da nave é $0,8c$, é correto afirmar que, ao retornarem a Terra, se passaram:

- a) 20 anos b) 10 anos c) 30 anos d) 12 anos e) 6 anos

A Figura 31 traz representação da resposta de um aluno sobre a Pergunta 5, cuja transcrição está representada a seguir:

$$\Delta t = \frac{6}{\sqrt{1 - \frac{0,8^2 \cdot c^2}{c^2}}} \quad \Delta t = \frac{6}{\sqrt{1 - 0,8^2}} \quad \Delta t = \frac{6}{\sqrt{1 - 0,64}} \quad \Delta t = \frac{6}{\sqrt{0,36}} \quad \Delta t = \frac{6}{0,6} \quad \Delta t = 10 \text{ anos}$$

Figura 31: Resposta da Pergunta 3 de um aluno da 1ª série

Fonte: Elaboração própria, 2024

Na resolução da questão 5, a proporção foi de 19/31 dos participantes escolheram a alternativa **b** que era a correta, desses 19 que acertaram na escolha apenas 9 participantes apresentou os cálculos, selecionou a alternativa **a** incorreta apenas 1/31, selecionaram a alternativa **c** incorreta 3/31, selecionou a alternativa **d** incorreta 3/31, selecionou a alternativa **e** incorreta apenas 1/31, 4/31 não escolheram nenhuma alternativa.

Durante a correção das atividades, procurou-se esclarecer a questão ao resolvê-la, uma vez que apenas 9 alunos apresentaram sua resolução e chegaram à alternativa correta. Após a

resolução, quando questionados se haviam entendido, os alunos responderam afirmativamente, dizendo que não era tão difícil.

6 – (UDESC 2014) Com base na teoria da relatividade restrita, proposta por Albert Einstein, é correto afirmar que:

- a) As leis da Física não são as mesmas para quaisquer observadores situados em referenciais inerciais.
- b) Independentemente da velocidade da fonte luminosa ou do referencial, a velocidade de propagação da luz no vácuo é constante e igual a $c = 3 \times 10^8$ m/s. Portanto, conclui-se que a velocidade da luz é constante e igual a c em qualquer meio de propagação.
- c) Pelo princípio da simultaneidade conclui-se que dois observadores em movimento relativo farão observações contraditórias sobre um mesmo evento. Isso implica que um deles sempre estará errado e que se deve eleger, inicialmente, um referencial absoluto.
- d) A velocidade da luz no vácuo é uma velocidade limite, não podendo ser superada por nenhuma entidade capaz de transportar energia ou informação.
- e) Para descrever os eventos relativísticos um observador deverá utilizar sempre quatro coordenadas, duas espaciais e duas temporais.

Na resolução da questão 6, a proporção foi de 23/31 dos participantes escolheram a alternativa **d** que era a correta, 3/31 selecionaram a alternativa **b** incorreta, 2/31 selecionaram a alternativa **c** incorreta, 3/31 não escolheram nenhuma alternativa.

Os resultados indicam que a maioria dos participantes compreendeu adequadamente a questão. Durante a correção da atividade buscou-se enfatizar inicialmente a compreensão do exercício, explicando conforme o conteúdo da aula expositiva o motivo pelo qual algumas alternativas não eram corretas. Isso foi feito até que todos os estudantes demonstrassem entender por que a alternativa **d** era a correta, quando questionados sobre isso.

5.3.3 9º MOMENTO QUESTIONÁRIO *PI* III E PERGUNTA-CHAVE DO EC III

O momento começou com uma breve revisão do conteúdo, semelhante às etapas anteriores, com cerca de dez a quinze minutos de duração. Em seguida, os alunos receberam o questionário *PI* III (*Peer Instruction*), conforme descrito no apêndice A, juntamente com um Cubo de Respostas disponibilizado no apêndice A, projetado para que os alunos pudessem registrar suas escolhas de alternativas, facilitando a contagem posterior pelo professor. Após

isso, fornecemos a transcrição desta etapa e destacamos os erros e acertos dos alunos durante a aplicação do Questionário *PI III* em sala de aula.

Durante o Teste Conceitual, os alunos tiveram de 2 a 3 minutos para apresentar suas respostas no cubo de alternativas. Em seguida, o professor avaliava as respostas e seguia com as próximas etapas conforme necessário, segundo o método proposto por Mazur para a aplicação do *Peer Instruction*.

Pergunta 1 – A segunda Lei da Termodinâmica distingue o passado e o futuro?

Verdadeiro Falso

Para a questão 1, após a contagem dos resultados, constatou-se que 32/33 estudantes, ou seja, aproximadamente 96,97%, selecionaram a alternativa “**Verdadeiro**” que se mostrou correta. Conforme a sugestão de Araújo e Mazur (2013), optou-se por realizar uma breve exposição acerca da opção adequada, esclarecendo os princípios que a embasam.

2 – Considerando o Estudo de Caso 1, o tempo na termodinâmica é mais próximo do tempo do devir heraclitiano?

a. parmenídico b. heraclitiano

Para a questão 2, após a contagem dos resultados, constatou-se que 32/33 estudantes, ou seja, aproximadamente 96,97%, selecionaram a alternativa “**b**” que se mostrou correta. Conforme a orientação de Araújo e Mazur (2013), realizou-se uma sucinta exposição acerca da opção adequada, esclarecendo a relação que é feita na questão com o conteúdo abordado anteriormente.

3 – A "flecha do tempo" prevê apenas uma direção para o fluir do tempo, declara que são distintos o passado e o futuro.

Verdadeiro Falso

Para a questão 3, após a contagem dos resultados, constatou-se que 30/33 estudantes, ou seja, aproximadamente 90,10%, selecionaram a alternativa “**Verdadeiro**” que se mostrou correta. Conforme a orientação de Araújo e Mazur (2013), realizou-se uma sucinta exposição acerca da opção adequada, esclarecendo que a flecha do tempo representa o fluir do tempo em uma determinada direção, assim como os principais pontos em relação ao assunto.

4 - (UFMA–2007) - Analise as proposições a seguir sobre os Princípios da Relatividade Restrita. Em seguida, marque a alternativa que indica as informações VERDADEIRAS.

- I. A Teoria da Relatividade Restrita é válida para qualquer tipo de referencial.
 - II. A velocidade da luz no vácuo é constante, pois independe do movimento da fonte ou do referencial do observador.
 - III. A Teoria da Relatividade Restrita só é válida para velocidades muito menores que a velocidade da luz.
 - IV. A simultaneidade é relativa.
 - V. A Teoria da Relatividade Restrita diz que existe uma equivalência entre massa e energia, dada pela equação $E = mc^2$.
- A) I – II – IV
 - B) II – IV – V
 - C) II – III – V
 - D) II – III – IV
 - E) I – IV – V

Na questão 4, após a contagem dos resultados, verificou-se que 19/33 alunos, o que equivale a cerca de 57,58%, escolheram a alternativa **b**, que se mostrou correta. Um aluno escolheu a alternativa a, enquanto 13/33 alunos optaram pela alternativa e. Conforme Araújo e Mazur (2013), quando as respostas se encontram entre 30% e 70% dos acertos, o professor deve organizar os alunos em duplas ou grupos, incentivando-os a persuadir o outro quanto à alternativa que considera correta. Esses diálogos são importantes dada a diferença na linguagem entre os alunos e o professor, estimulando-os a desenvolver seus próprios argumentos sobre a compreensão da questão. É nesse ponto que ocorre a ligação entre o *Peer Instruction (PI)* e a Teoria de Vygotsky, através da interação entre os estudantes, bem como com o professor.

A questão foi repetida e os alunos foram solicitados a reafirmar suas escolhas. Observou-se que 24/33 estudantes, representando aproximadamente 72,73%, selecionaram a alternativa **b**, que se mostrou correta, enquanto 9/33 alunos optaram pela alternativa e. Portanto, o passo anterior foi repetido mais uma vez.

Solicitou-se aos alunos que apresentassem suas respostas, e constatou-se que 31/33 alunos, o que corresponde a aproximadamente 93,94%, selecionaram a alternativa **b**, que se mostrou correta. Apenas 2 dos 33 alunos optaram pela alternativa e. Conforme a sugestão de Araújo e Mazur (2013), optou-se por realizar uma breve exposição acerca da opção adequada,

esclarecendo os princípios que a embasam e percorrendo todos os itens da questão e relacionando-os com o conteúdo da aula expositiva.

5 - (UFOP-MG) - Na figura são representadas duas naves N_1 e N_2 viajando em sentido contrário com velocidade 12.000 m/s e 10.000 m/s, respectivamente.



Medidas da velocidade da luz emitida pelo farol da nave N_2 e realizadas nas naves N_1 e N_2 , respectivamente, dão estes valores:

- 300.022.000 m/s e 300.000.000 m/s.
- 300.000.000 m/s e 300.000.000 m/s.
- 300.012.000 m/s e 299.990.000 m/s.
- 300.022.000 m/s e 299.990.000 m/s.

Na questão 5, após a contagem dos resultados, verificou-se que 32/33 alunos, o que equivale a cerca de 96,97%, escolheram a alternativa **b**, que se mostrou correta. Um aluno escolheu a alternativa **c**. Conforme Araújo e Mazur (2013), deve-se realizar uma breve exposição acerca da opção adequada, esclarecendo os princípios que a embasam, desse modo foi realizada uma interpretação da questão associando-a com os postulados de Einstein.

6 - De acordo com a Teoria da Relatividade Restrita proposta por Einstein, o tempo e o espaço são conceitos relativos e dependentes da posição e do movimento do observador. O autor propôs a ideia de que o tempo e o espaço estão interligados e formam uma estrutura única, conhecida como espaço-tempo. Essa perspectiva revolucionou a forma como a Física clássica enxergava o universo e trouxe importantes implicações para a ciência moderna.

() Verdadeiro () Falso

Na questão 6, após a contagem dos resultados, verificou-se que 33/33 alunos, o que equivale a cerca de 100%, escolheram a alternativa **Verdadeiro**, que se mostrou correta. Segundo Araújo e Mazur (2013), os conceitos foram compreendidos, dessa forma, procedeu-se a uma breve exposição sobre a resposta adequada.

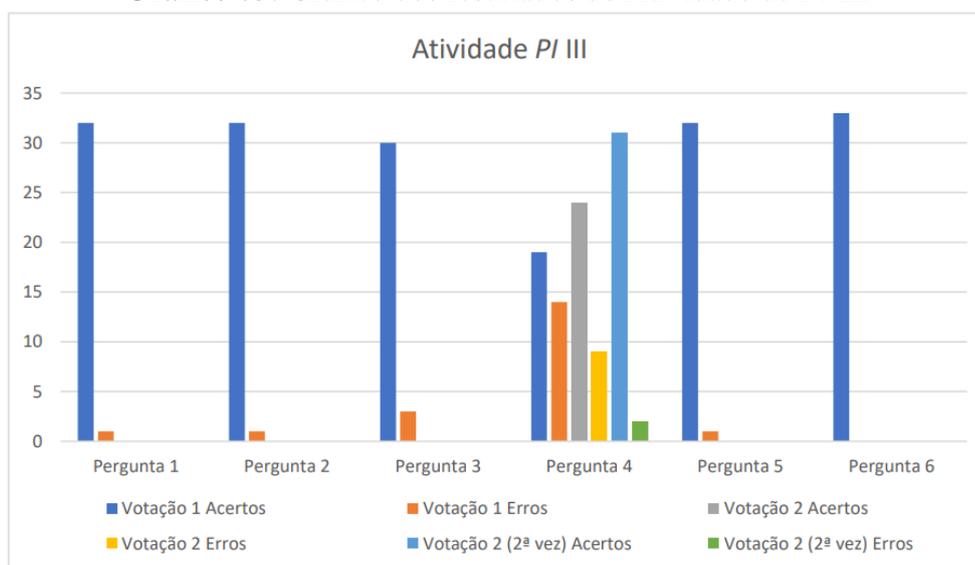
A seguir, apresentamos o Quadro 15 com as ocorrências relativas às respostas dos alunos, oferecendo uma análise abrangente e detalhada para melhor compreensão do contexto.

Quadro 17: Respostas obtidas no Atividade *PI III*

Atividade <i>Peer Instruction III</i>						
Perguntas	Votação 1		Votação 2		Votação 2 (2ª vez)	
	Acertos	Erros	Acertos	Erros	Acertos	Erros
Pergunta 1	32	1				
Pergunta 2	32	1				
Pergunta 3	30	3				
Pergunta 4	19	14	24	9	31	2
Pergunta 5	32	1				
Pergunta 6	33	0				

Fonte: Elaboração própria, 2024

A partir dos dados obtidos, foi elaborado um gráfico para proporcionar uma visualização rápida e clara das informações coletadas, conforme detalhado na Gráfico 03.

Gráfico 03: Gráfico dos resultados do Atividade de *PI III*.

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Após o Questionário de *PI III* retomou-se a pergunta do Estudo de Caso III em um diálogo com os alunos, buscando verificar suas respostas sobre se os fenômenos físicos são irreversíveis? E sobre a “flecha do tempo”. O debate teve início com um aluno sugerindo que os processos podem ser tanto reversíveis quanto irreversíveis, porém outro aluno argumentou que são sempre irreversíveis. Ao questionar os demais alunos, a maioria concordou com o primeiro aluno, que defendia a reversibilidade. Uma aluna trouxe à discussão o ciclo da água, enquanto outro aluno mencionou o envelhecimento como exemplos. Quando indaguei ao aluno que afirmou a irreversibilidade sobre sua convicção, ele explicou que se baseava na Segunda Lei da Termodinâmica e na entropia, que indica que um sistema fechado tende a aumentar sua

desordem ao longo do tempo. A irreversibilidade do tempo implica que ele avança em uma única direção, do passado para o futuro, sem possibilidade de retorno. Isso decorre da Segunda Lei da Termodinâmica, que estabelece que a entropia em um sistema fechado sempre aumenta, impossibilitando o retorno a um estado de menor entropia (Martins, 2002).

Diante da afirmação anterior do aluno sobre a irreversibilidade do tempo e sua relação com a exposição em sala de aula, reformulou-se a pergunta sobre a flecha do tempo. O mesmo aluno, que mencionara a irreversibilidade, agora descreveu a flecha do tempo como o fluxo em direção ao futuro. O professor então questionou sua origem, ao que uma aluna respondeu que ela vem do passado para o futuro. Após consultar os estudantes, todos concordaram que a flecha do tempo representa o movimento do passado para o futuro. Na Física, a flecha do tempo refere-se à direção irreversível do tempo, fluindo do passado para o futuro, determinando a ordem dos eventos, o que possibilita a compreensão de fenômenos como entropia, envelhecimento e processos termodinâmicos (Martins, 2002).

5.4 Etapa 4

5.4.1 10º MOMENTO – REVISÃO REALIZADA PELO PROFESSOR A PARTIR DO ORGANIZADOR EXPLICATIVO (MAPA CONCEITUAL), DISCUSSÃO E EXPLICAÇÃO PELOS ESTUDANTES

A aula começou com a turma sendo dividida em grupos de 5 a 6 alunos, cada grupo um recebeu um Mapa Conceitual impresso em folha A3 disponível em Apêndice A. Explicou-se o propósito do mapa e como as atividades anteriores seguiram sua organização. Foi relatado aos alunos que seria realizada uma revisão de todos os conteúdos estudados até o momento e que poderiam seguir o Mapa Conceitual durante a explicação do professor.

A revisão iniciou-se com as primeiras ideias sobre o tempo, passando pelas associações que fazemos ao tempo por meio de calendários e relógios, destacando os tipos de calendários estudados durante a aula expositiva 1 (lunar, solar e lunissolar), onde os alunos afirmaram lembrar desses estudos, também foi repassado juntamente com os estudantes sobre as transformações do tempo e as características de um ano bissexto.

Revisou-se as funções horárias do tempo na Mecânica Newtoniana e o conceito de Tempo Absoluto. Foi perguntado à turma se recordavam do conceito de tempo absoluto de Newton. Um aluno respondeu que era um tempo que não dependia de nada e era constante. Após confirmar com a turma se todos concordavam com a resposta do aluno, e todos afirmaram que sim, questionei se o tempo é absoluto. Uma aluna disse que não, que pode ser relativo,

citando a teoria da relatividade para velocidades próximas à da luz. A turma foi questionada se o tempo poderia ser relativo, ao que responderam afirmativamente. Essa parte foi encerrada com a explicação da relatividade na compreensão do tempo, ressaltando os conceitos de tempo absoluto e relativo, permitindo destacar pontos como a Teoria da Relatividade Restrita e dilatação do tempo.

Foram revisados os conceitos da Segunda Lei da Termodinâmica, destacando sua representação da flecha do tempo, que avança do passado para o futuro. Além disso, foi apresentada a definição de que em sistemas isolados os fenômenos tendem a aumentar a entropia.

Após a revisão conduzida pelo professor, os alunos tiveram a oportunidade de discutir e explicar uns aos outros os conteúdos abordados em sala de aula. Eles foram incentivados a se orientar pelo Mapa Conceitual durante seus estudos, utilizando-o como guia para revisão e aprofundamento dos temas.

A Figura 32 traz os alunos em um momento de diálogo dos estudos realizados a partir da Diferenciação Progressiva do Tempo e guiados pelo Mapa Conceitual após a revisão apresentada pelo professor.

Figura 32 – Diálogo dos estudos realizados e guiados pelo Mapa Conceitual



Fonte: Elaboração própria, 2024.

5.5 Aplicação da Entrevista

Neste capítulo, descreveremos o processo e os resultados das entrevistas realizadas com os alunos. O objetivo principal foi obter as percepções, experiências e opiniões relacionadas ao

conteúdo da aplicação do Produto Educacional do ponto de vista dos alunos e seu envolvimento no processo de aprendizagem.

A aula começou com uma explicação sobre a entrevista, enfatizando que seria anônima e não teria impacto nas notas ou no relacionamento com o professor. Os alunos foram incentivados a serem sinceros em suas respostas para ajudar na melhoria do Produto Educacional ou de quem o viesse a utilizar.

A seguir, disponibilizamos a transcrição de algumas respostas obtidas na Entrevista realizada em sala.

Pergunta 1 - Como você avalia o método de ensino Estudo de Caso utilizado para abordar o conceito de Tempo em Física?

- Aluno A – “Foi bem didático. É mais simples de compreender teorias e conceitos em forma de diálogo.”
- Aluno B – “Esse método é muito bom, pois assim dá para entrar na cabeça e pensar sobre o assunto.”
- Aluno C – “Eles me auxiliaram bastante, pois eu consegui entender muito fácil a matéria.”
- Aluno D – “Bom, achei didático e facilitou o aprendizado.”
- Aluno E – “Avalio de um modo ótimo, pois ensina de um modo que todos que queiram aprender aprendem.”

Pergunta 2 - Em sua opinião, o método de ensino Estudo de Caso favorece o aprendizado?

- Aluno A – “Sim, é mais fácil de memorizar e aprender a matéria na forma de histórias.”
- Aluno B – “Favorece, pois com esse método ajuda a sabermos mais das coisas.”
- Aluno C – “Sim, ficou fácil de entender dentro de um contexto.”
- Aluno D – “Sim, porque ajudaram a aprender um assunto que estava sendo abordado.”
- Aluno E – “Sim, ficou mais fácil de aprender.”

Pergunta 3 - Você acredita que o Estudo de Caso é adequado para todos os tipos de alunos?

- Aluno A – “Acredito que sim, pois é um método que simplifica a forma de aprendizado aprendendo coisas novas como se estivesse tendo uma conversa casual com amigos.”
- Aluno B – “Sim, para os alunos que gostam é melhor ainda.”

- Aluno C – “Depende, pois o Estudo de Caso é adequado para o aluno que sabe interpretar ou que tem interesse.”
- Aluno D – “Sim.”
- Aluno E – “Não, porque nem todos alunos aprendem do mesmo jeito.”

Pergunta 4 - Você considera que as aulas sobre o Tempo em Física foram inovadoras?

- Aluno A – “Sim, gostei bastante de testar os conhecimentos e como fomos relacionando os estudos sobre o tempo e avançando pouco a pouco.”
- Aluno B – “Sim, pois esses tipos de aula nunca foram aplicadas.”
- Aluno C – “Sim, pois foi um jeito diferente de aprender.”
- Aluno D – “Sim, pois todas foram criativas em relação as questões que estávamos estudando.”
- Aluno E – “Sim, nunca tinha tido aulas assim.”

Pergunta 5 - Você considera que as discussões em pares utilizadas durante as atividades de *Peer Instruction* foram eficientes para a aprendizagem do conteúdo?

- Aluno A – “Sim porque quando não tínhamos certeza em uma questão, a nossa dupla na maioria das vezes nos ajuda.”
- Aluno B – “Sim, a minha dupla sempre me ajudou a tirar minhas dúvidas e me ajudou nos deveres.”
- Aluno C – “Sim, pois os colegas podem ajudar a criar lógica e lembrar da matéria.”
- Aluno D – “Sim. As atividades em dupla foram eficientes para os alunos com mais dificuldades desse jeito um ajudava o outro.”
- Aluno E – “Sim, pois o aluno ajudava o outro.”

Pergunta 6 - Quais são as principais vantagens e desvantagens do Estudo de Caso e das atividades com o *Peer Instruction*?

- Aluno A – “O lado bom de fazer a atividade em dupla foi que quando comparamos, um com a resposta do outro refletíamos juntos.”
- Aluno B – “As vantagens são: aprender algo com um tipo de aula diferente. As desvantagens são: as pessoas não estarem interessadas.”
- Aluno C – “A ajuda na compreensão da atividade, uma linguagem mais ampla, etc.”
- Aluno D – “Eu acho que em duplas teremos um diálogo mais fácil.”

- Aluno E – “A vantagem é que o colega explica e ensina de uma maneira muito mais fácil e a desvantagem é que os dois podem entrar em um assunto sem ser sobre o dever.”

Pergunta 7 - Quais são os aspectos que mais chamaram sua atenção durante os encontros?

- Aluno A – “As histórias me chamavam a atenção na forma que abordava os assuntos estudados e era legal depois de fazer a atividade e ler a teoria ver que eu sabia a questão.”
- Aluno B – “Os aspectos do tempo relativo”
- Aluno C – “A forma de ensinar os assuntos abordados e as atividades propostas.”
- Aluno D – “As atividades diferentes.”
- Aluno E – “O jeito de pensar de cada um.”

Pergunta 8 - Você considera que as aulas foram adaptadas às necessidades dos alunos?

- Aluno A – “Sim, para aqueles que estavam interessados em saber, tenho certeza que todos compreenderiam.”
- Aluno B – “Sim, pois a gente conseguiu aprender muita coisa de uma forma bem confortável.”
- Aluno C – “Sim, pois os alunos com uma certa dificuldade aprenderam algo.”
- Aluno D – “Sim, para assim eles aprenderem mais fácil.”
- Aluno E – “Sim, foi muito interativas.”

Pergunta 9 - Você sugeriria alguma mudança nas práticas desenvolvidas pelo professor? Se sim, qual seria?

- Aluno A – “Não.”
- Aluno B – “Não.”
- Aluno C – “Não, achei muito boa as aulas.”
- Aluno D – “Não, foram ótimas.”
- Aluno E – “Só mais atividades em grupo.”

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como principal objetivo analisar como que a proposta didática a partir da diferenciação progressiva do tempo com utilização de ECs e *Peer Instruction* pode contribuir para a aprendizagem de temas relativos ao conceito do Tempo e oferecer apoio ao docente do ensino médio. Para isso, foram empregados três estudos de caso: o primeiro abordou o tempo sob uma perspectiva filosófica; o segundo apresentou um diálogo entre Newton, Leibniz e Mach sobre a natureza do tempo; por fim, explorou-se a complexidade da concepção temporal na Física, incluindo os debates entre Albert Einstein e a Termodinâmica. Além desses casos, foram desenvolvidas atividades específicas para a utilização do *Peer Instruction*, o que possibilitou à discussão de alguns aspectos do processo de aprendizagem.

A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, referenciada em Ausubel, Novak e Hanesian (1980), com contribuições de Moreira (1999), possibilitou a organização da sequência didática baseada na estruturada quatro etapas, onde as 3 etapas iniciais exploraram-se os conhecimentos prévios dos alunos e introduziram-se gradualmente novos conceitos por meio de Estudos de Caso. Buscando possibilitar a reorganização do conhecimento na estrutura cognitiva dos alunos. Em seguida, ocorreu uma aula expositiva e dialogada, seguida pela aplicação de um questionário. Posteriormente, foram realizadas atividades de *Peer Instruction*, seguidas pelo retorno ao Estudo de Caso. Na 4ª Etapa, houve uma exposição completa do conteúdo, usando o organizador explicativo fornecido em forma de Mapa Conceitual pelo professor. Em seguida, os grupos utilizaram esses mapas para explicar a atividade proposta.

Os questionários C.P. foram desenvolvidos com base nos objetivos do produto educacional, com questões destinadas a avaliar o conhecimento prévio dos alunos em relação ao conteúdo a ser apresentado. Isso permitiu adaptações das atividades às necessidades individuais dos alunos. Para Ausubel, a aprendizagem é significativa quando os alunos conectam novos conceitos aos conhecimentos prévios, integrando-os em sua estrutura cognitiva, criando uma compreensão duradoura, promovendo conexões com outros conceitos e analogias (Moreira, 2012).

A adoção do Estudo de Caso como método busca capacitar os alunos a construir sua própria aprendizagem, incentivando-os a investigar situações reais ou simuladas, promovendo a espontaneidade, criatividade e busca por informações apresentadas nas narrativas, aulas e atividades, permitindo ao professor atuar como um facilitador, orientando na compreensão do tema e na busca por soluções (Sá; Francisco; Queiroz, 2007). Os alunos durante as aulas e

entrevista expressaram satisfação com o método, destacando-o como uma nova e facilitadora forma de aprendizagem.

Durante a atividade de *Peer Instruction*, quando os alunos eram organizados em duplas para elaborar argumentos e persuadir um ao outro de suas escolhas, observou-se que essa troca facilitava a compreensão dos conceitos, refletindo em um aumento nas respostas corretas. Isso foi evidenciado não apenas durante a atividade, mas também nas entrevistas, onde os alunos expressaram satisfação com esse tipo de interação. O diálogo entre alunos e professor, utilizando linguagem acessível, reflete a Teoria Sociocultural de Vygotsky, onde Mazur destaca a importância dessa troca para a aprendizagem, pois estimula a criação de argumentos próprios, promovendo uma compreensão mais profunda e eficaz dos conceitos discutidos em sala de aula.

A perspectiva vygotskyana enfatiza que o ser humano é tanto um agente de transformação quanto é transformado pelas interações culturais. Em vez de considerar o desenvolvimento como resultado apenas de fatores internos ou externos, Vygotsky propõe uma interação dinâmica entre o indivíduo e seu ambiente, sugerindo que desde o nascimento, ocorre uma interação entre o indivíduo e o meio social e cultural no qual está inserido, onde cada aspecto influencia e é influenciado pelo outro ao longo da vida (Neves; Damiani, 2006).

O organizador explicativo, o Mapa Conceitual, elaborado com diferenciação progressiva, permitiu-nos iniciar a partir de um conceito amplo de tempo, que os alunos já conheciam, e avançar para conceitos mais específicos, os quais pretendíamos que compreendessem e soubessem. O uso do Mapa Conceitual foi útil para a elaboração das atividades, direcionando a criação e organização do conteúdo destinado aos alunos. Além de facilitar a compreensão do tema, o Mapa Conceitual buscou permitir uma análise mais aprofundada da estrutura do conhecimento apresentado, possibilitando aos alunos visualizar de maneira hierárquica as relações entre os conceitos e sua relevância dentro do conteúdo abordado. A utilização de mapas conceituais como instrumento elucidativo para os alunos proporciona uma representação visual das relações e estruturas hierárquicas dos conceitos dentro de um contexto específico, visando aprofundar a compreensão do conhecimento apresentado e promover uma construção significativa do mesmo (Moreira; Masini, 2001).

Após a realização dessas considerações, retomamos a seguinte questão: Como que a proposta didática a partir da diferenciação progressiva do tempo com utilização de ECs e *Peer Instruction* pode contribuir para a aprendizagem de temas relativos ao conceito do Tempo e oferecer apoio ao docente do ensino médio?

A avaliação do impacto de um Produto Educacional é uma tarefa desafiadora, especialmente quando se trata de determinar se houve uma aprendizagem significativa em um

curto período de tempo. No entanto, através dos resultados das atividades realizadas, das entrevistas conduzidas, e das observações feitas durante o processo, há indícios que sugerem uma evolução qualitativa nos conhecimentos dos alunos sobre o tema estudado e nas habilidades propostas pelo currículo do Estado do Espírito Santo. Desse modo, é possível inferir que a utilização do método Estudo de Caso, estratégias como o *Peer Instruction* e o Mapa Conceitual contribuem na obtenção de um resultado satisfatório no contexto educacional em questão.

REFERÊNCIAS

- ALDENAS, Karoline Braga. *Sequência ativa de ensino aprendizagem: aplicando peer instruction na compreensão de espectros no ensino médio*. Dissertação (Mestrado Profissional no Ensino de Física) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2021
- ARAUJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. *Caderno brasileiro de ensino de física. Florianópolis. Vol. 30, n. 2 (ago. 2013), p. 362-384*, 2013.
- AUSUBEL, D.P; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BARBOSA, Eduardo Fernandes; DE MOURA, Dácio Guimarães. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. *Boletim Técnico do Senac*, v. 39, n. 2, p. 48-67, 2013.
- BARELL, John F. *Problem-based learning: An inquiry approach*. Thousand Oaks: Corwin Press, 2007.
- BARROWS, Howard S. A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical education*, v. 20, n. 6, p. 481-486, 1986.
- BARROWS, Howard S. et al. *Problem-based learning: An approach to medical education*. Springer Publishing Company, 1980.
- BEN-DOV, Y. (1996). *Convite à física*. Rio de Janeiro, RJ: Jorge Zahar.
- BERBEL, Neusi Aparecida Navas. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências sociais e humanas*, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.
- BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*, 1994.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. *Brasília: MEC*, 2002.
- BRASIL. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. *Brasília: MEC, SEMTEC*, 2002b.
- BRASIL. Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio. *Brasília: MEC, SEMTEC*, 2002a.
- BRASIL. PCN+: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. *Brasília: Ministério da Educação e Cultura*, 2002.
- CAPELARI, Danilo et al. *Uma sequência didática para ensinar relatividade restrita no ensino médio com o uso de TIC*. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

CAVALCANTI, CJ de H.; OSTERMANN, Fernanda. Teorias de Aprendizagem. *Universidade Federal do Rio Grande do Sul–Instituto de Física. Porto Alegre: UFRGS, 2010.*

CROUCH, Catherine H.; MAZUR, Eric. Peer instruction: Ten years of experience and results. *American journal of physics*, v. 69, n. 9, p. 970-977, 2001.

CUMMINGS, Karen; ROBERTS, Stephen G. A study of peer instruction methods with high school physics students. In: *AIP Conference Proceedings*. American Institute of Physics, 2008. p. 103-106.

DINIZ, Alan Corrêa. *Implementação do Método Peer Instruction em aulas de Física no Ensino Médio*. 2015. 140 f. Dissertação (Mestrado em Física Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2015.

DISTLER, Rafaela Regina. Contribuições de David Ausubel para a intervenção psicopedagógica. *Revista Psicopedagogia*, v. 32, n. 98, p. 191-199, 2015.

EINSTEIN, Albert. *A teoria da relatividade especial e geral* (Trad. Carlos Almeida Pereira), Rio de Janeiro: Contraponto, 1999, pp. 36-7.

ESPÍRITO SANTO (Estado). Secretaria de Estado da Educação. Ensino Médio: área de Ciências da Natureza. *Vitória: SEDU, 2020.*

ESPÍRITO SANTO. Orientações Curriculares de Física no Ensino Médio. *SEDU, 2020.*

FAGEN, Adam P.; CROUCH, Catherine H.; MAZUR, Eric. Peer instruction: Results from a range of classrooms. *The physics teacher*, v. 40, n. 4, p. 206-209, 2002.

FEAGIN, Orum; ORUM, A. Sjoberg. *A Case for the case study*. (1991).

FILHO, Amâncio Gabriel Brendia; *Estratégias virtuais para a inserção do Espaço e Tempo Relativísticos no Ensino de Física*. Dissertação (mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campus Campos Centro, Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Campos dos Goytacazes, RJ, 2018.

FIOLHAIS, Carlos; TRINDADE, Jorge. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, p. 259-272, 2003.

FREIBERGER, Regiane Müller; BERBEL, Neusi Aparecida Navas. A importância da pesquisa como princípio educativo na atuação pedagógica de professores de educação infantil e ensino fundamental. *Cadernos de Educação*, n. 37, 2010.

GALILEI, Galileu. *Dois Novas Ciências*. Tradução Letizio Mariconda; Pablo R. Mariconda. 2.ed. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins. São Paulo: Nova Stella, 1988.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. *Métodos de pesquisa*. Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS, Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 105 120 p.

HAKE, Richard R. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American journal of Physics*, v. 66, n. 1, p. 64-74, 1998.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. *Fundamentos de física 1: mecânica*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2012. 9a ed., v. 1.

HERREID, Clyde Freeman. What makes a good case? Some Basic Rules of Good Storytelling Help Teachers Generate Student Excitement in the Classroom. *Journal of college Science Teaching*, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.

HUNG, W., JONASSEN, D. H., & LIU, R. Problem-Based Learning. In: Spector, M., Merrill, M. D., & Bishop, M. J. (eds.). *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. New York: Lawrence Erlbaum Associates, 2008.

LASRY, Nathaniel; MAZUR, Eric; WATKINS, Jessica. Peer instruction: From Harvard to the two-year college. *American journal of Physics*, v. 76, n. 11, p. 1066-1069, 2008.

LEIBNIZ, Gottfried Wilhelm. *Correspondência com Clarke* - coleção “Os pensadores” (Trad. Carlos Lopes de Mattos), São Paulo: Abril Cultural, 2ª edição, 1983, p. 177.

LEITE, Laurinda; ESTEVES, Esmeralda. Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas na Licenciatura em Ensino de Física e Química. In: *Comunicação apresentada no VIII Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia*. Braga: CIED-Universidade do Minho. 2005. p. 1751-1768.

LIBNIZ, G. W. *Correspondência com Clarke* (coleção “Os Pensadores”). Trad. Carlos Lopes de Mattos, São Paulo, Abril Cultural, 2ª edição, 1983.

LINHARES, M.P.; REIS, E.M. Educando Jovens e Adultos para a Ciência com Tecnologias Estudos de caso como estratégia de ensino na formação de professores de física. *Ciência e Educação*, v.14, n.3, p. 555-74, 2008.

LOPES, Antônio Martins. *Combinando Metodologia de Ensino Peer Instruction com Just-in-Time Teaching para o Ensino de Física*. 2016. 146f. Dissertação (Mestrado em Física Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2016.

LOUREIRO, Paulo Victor Paula. *Estudo de caso do processo de ensino e aprendizagem de conceitos de energia por um aluno com síndrome de Asperger*. Dissertação (Mestrado Profissional no Ensino de Física) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016.

LOVATO, Fabrício Luís; MICHELOTTI, Ângela; LORETO, Elgion Lucio da Silva. Metodologias ativas de aprendizagem: Uma breve revisão. Canoas: *Acta Scientiae*, v. 20, n. 2, p. 154-171, mar./abr. 2018.

LUCCI, M. A. A importância da interação na individuação: uma visão da abordagem sóciointeracionista de Vygotsky. In: Revista de *Ciência da Educação*. São José dos Campos – SP: Stiliano, v. 6, p. 137-147, 2002.

MACH, E. *Desarrollo historico-critico de la mecanica* (Trad. Jose Babini), Buenos Aires: Espasa - Calpe, 1949, p.190

MARTINS, André Ferrer P.; ZANETIC, João. Tempo: esse velho estranho conhecido. *Ciência e Cultura*, v. 54, n. 2, p. 41-44, 2002.

MARTINS, André Ferrer Pinto. O ensino do conceito de tempo: contribuições históricas e epistemológicas. *Mestrado em ensino de ciências, Universidade de São Paulo, IFUSP/FEUSP, São Paulo*, 1998.

MARTINS, André Ferrer Pinto. *O ensino do conceito de tempo: contribuições históricas e epistemológicas*. Mestrado em ensino de ciências), Universidade de São Paulo, IFUSP/FEUSP, São Paulo, 1998.

MARX, K. 2004. *Manuscritos econômicos - filosóficos*. São Paulo, Martin Claret, p. 73.

MAZUR, Eric, *Peer Instruction: A User's Manual* (Prentice Hall, Inc., Upper Saddle River, 1997).

MAZUR, Eric. *Peer Instruction: a revolução da aprendizagem ativa*. 1ed. Porto Alegre: Penso Editora, 2015.

MILETTI, Renato. *Usando os projetos de trabalho na educação de jovens e adultos: um estudo de caso para a 3ª etapa do 3º segmento*. Dissertação (mestrado) – UnB - Universidade de Brasília UnB - Centro Internacional de Física da Matéria Condensada, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília - DF, 2015.

MOREIRA, M. A. *Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências. Comportamentalismo, Construtivismo e Humanismo*. (2009).

MOREIRA, Marco A. & BUCHWEITZ, Bernardo (1993). *Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico*. Lisboa: Plátano Edições

MOREIRA, Marco A. Mapas conceituais e diagramas V. *Porto Alegre: Ed. do Autor*, v. 103, 2006.

MOREIRA, Marco A. Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa. *Revista Chilena de Educación Científica*, ISSN 0717-9618, Vol. 7, Nº. 2, 2008, pp. 23-30. Revisado em 2012.

MOREIRA, Marco A. *Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências: A Teoria da Aprendizagem significativa*. Instituto de Física, UFRGS. 2009 (2ª edição revisada em 2016) Porto Alegre.

MOREIRA, Marco A. Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências: *Pesquisa em Ensino: Métodos Qualitativos e Quantitativos*. Instituto de Física, UFRGS. 2016 (2ª edição revisada) Porto Alegre.

MOREIRA, Marco A.; MASINI, Elcie F. Salzano. *Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel*. São Paulo: Editora Moreira LTDA, 1982.

MOREIRA, Marco Antonio. A teoria da mediação de Vygotsky. *MOREIRA, MA Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: EPU, p. 109-122, 1999.

MOREIRA, Marco António. Aprendizagem significativa crítica (critical meaningful learning). *Teoria da Aprendizagem significativa*, v. 47, 2000.

MOREIRA, Marco Antonio. Mapas conceituais e aprendizagem significativa (concept maps and meaningful learning). *Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, digramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas*, v. 41, 2012.

MOREIRA, Marco Antonio. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.

MOREIRA, Marco Antonio.; MASINI, Elcie Aparecida Fortes Salzano. *Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro, 2001.

NASCIMENTO, Leandro Carvalho; *A metodologia peer instruction: eficácia e o papel do estudo pré-aula no ensino de Física*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Viçosa. Viçosa, MG, 2020.

NEVES, Rita de Araujo; DAMIANI, Magda Floriana. Vygotsky e as teorias da aprendizagem. *UNIrevista*. v. 1, n. 2, p. 1-10, abr 2006.

NEWTON, I. *Principia: princípios matemáticos de filosofia natural - Vol.I* (Trad. Trieste Ricci et al.), São Paulo: Nova Stella / EDUSP, 1990, pp. 6-7.

NOVAK, Joseph D.; CAÑAS, Alberto J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. *Práxis educativa*, v. 5, n. 01, p. 09-29, 2010.

NUNES, A. I. B. L.; SILVEIRA, R. N. S.; *Psicologia da aprendizagem*. – 3. ed. rev. – Fortaleza: EdUECE, 2015.

NUNES, Ana Ignez Belém Lima; SILVEIRA, Rosemary do Nascimento. *Psicologia da aprendizagem*. 3. ed. rev. – Fortaleza: EdUECE, v. 9, n. 3, 2015.

OLIVEIRA, M. K. *Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico*. 4.ed. São Paulo: Scipione, 1997.

OLIVEIRA, Tobias Espinosa de; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. Sala de aula invertida (flipped classroom): inovando as aulas de física. *Física na escola*. São Paulo. Vol. 14, n. 2 (out. 2016), p. 4-13, 2016.

PASSOS, Kamila dos. *Estudos de caso na disciplina de química orgânica de biomoléculas contribuições para o desenvolvimento profissional dos estudantes dos cursos de química da UFRGS*. Dissertação (mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de Química. Porto Alegre, RS, 2017.

POZO, Juan Ignacio. *Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

PUHL, Cassiano Scott; MÜLLER, Thaísa Jacintho; DE LIMA, Isolda Gianni. As contribuições de David Ausubel para os processos de ensino e de aprendizagem. *DYNAMIS (FURB. ONLINE)* v.26, n.1, 2020 – p. 61 – 77 – Blumenau - RS.

REGO, T. C. *Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação*. 7 ed. Petrópolis, Vozes, 1995. 138p.

SÁ, Luciana Passos; FRANCISCO, Cristiane Andretta; QUEIROZ, Salete Linhares Estudo de caso em Química. *Química Nova*, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007.

SÁ, Luciana Passos; QUEIROZ, Salete Linhares. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 12, n. 2, p. 279-280, 2010.

SANTOS, Marcello Lopes dos. *Aplicação Do Problem Based Learning (PBL): Uma Percepção Dos Coordenadores Dos Cursos De Ciências Contábeis*. Dissertação (mestrado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, SP, 2014.

SCHMIDT, Henk G. Foundations of problem-based learning: some explanatory notes. *Medical education*, v. 27, n. 5, p. 422-432, 1993.

SILVA, A. N. R., KURI, N. P., CASALE, A. PBL and B-Learning for Civil Engineering Students in a Transportation Course. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 138(4), 305-313, 2012.

SILVÉRIO, A. d. A. (2013). *As dificuldades no ensino/aprendizagem da física*. Universidade Federal de Santa Catarina Centro de Ciências Físicas e Matemáticas Departamento de Física. Florianópolis – SC, 2001

SOUZA, Paulo Henrique de. *Epistemologia e Cultura no Ensino de Física: Desvelando os Conceitos de Tempo e Espaço*. 2014. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências. São Paulo, SP, 2014.

SOUZA, S.C.; DOURADO, L.; Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. *Holos* 2015; 31 (5): 182-200.

VALADARES, Eduardo de Campos; MOREIRA, Alysso Magalhães. Ensinando Física moderna no segundo grau: Efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 15, n. 2, p. 121-135, jan. 1998. ISSN 2175-7941.

VAN DER VEER, René; VALSINER, Jaan. *Vygostsky – uma síntese*. Unicarco/Loyola edições, São Paulo. 1996

VIEIRA, Celso. Foi, é e será? Usos da fórmula da eternidade para falar do tempo na filosofia pré-socrática. *nuntius antiquus*, v. 10, n. 2, p. 33-54, 2014.

VYGOTSKY, Lev Semenovitch. Obras Escogidas: problemas de psicologia geral. *Gráficas Rogar. Fuenlabrada. Madrid*, p. 387, 1982.

APÊNDICES

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

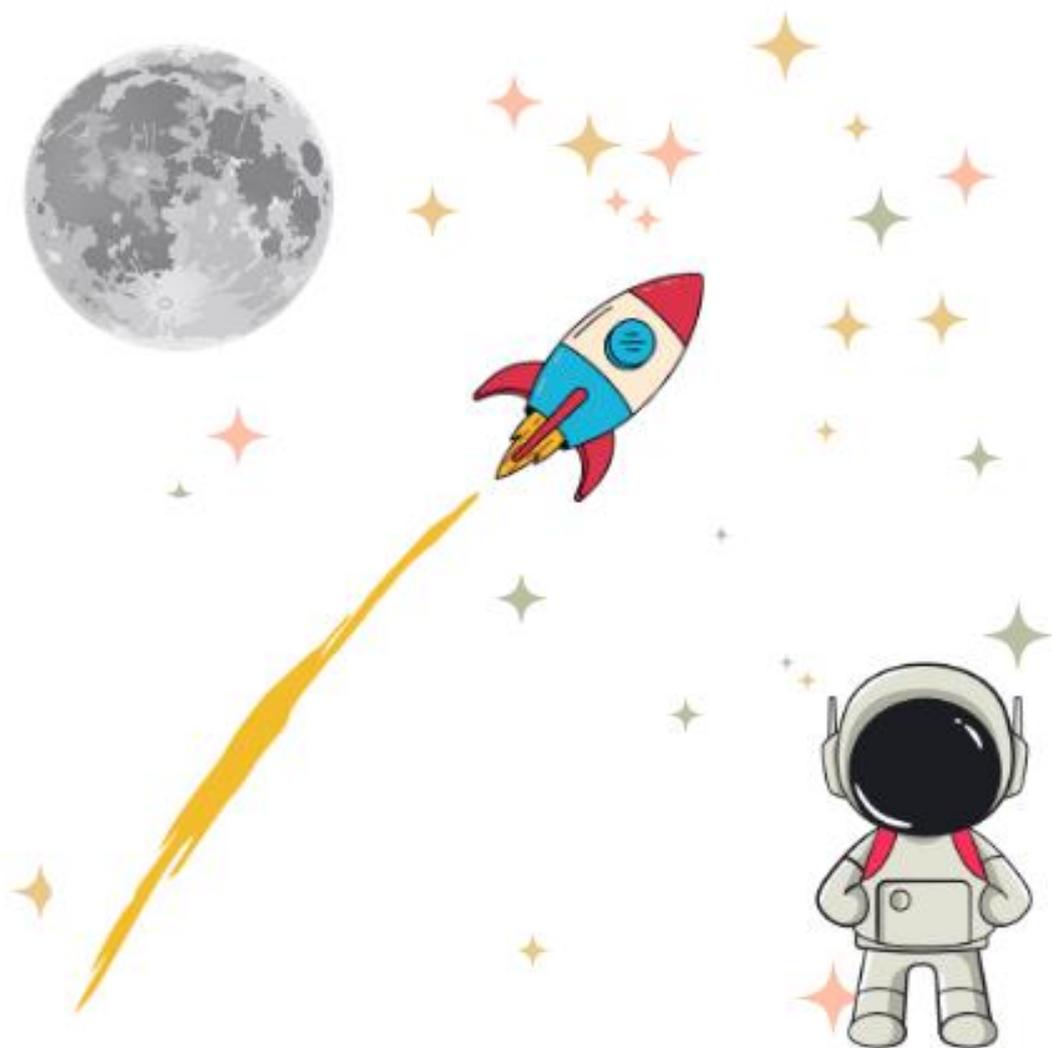
O TEMPO



**SEQUÊNCIA DIDÁTICA A PARTIR DE MAPA CONCEITUAL SOBRE TEMPO
COM UTILIZAÇÃO DE ESTUDOS DE CASO E *PEER INSTRUCTION***

Marlon Rafael Jordão Viana dos Santos

Orientador: Prof. Dr. Wander Gomes Ney



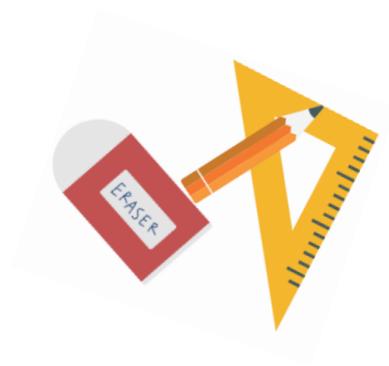
“O tempo não existe. O que chamamos de tempo é o movimento de evolução das coisas, mas o tempo em si não existe. Ou existe imutável e nele nos transladamos.”

Clarice Lispector

Prezado (a) leitor (a),

Este Produto Educacional foi elaborado a partir de uma pesquisa desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da instituição Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF).

O Produto Educacional designado como “SEQUÊNCIA DIDÁTICA A PARTIR DE MAPA CONCEITUAL SOBRE TEMPO COM UTILIZAÇÃO DE ESTUDOS DE CASO E *PEER INSTRUCTION*” reúne estratégias Estudos de Caso integrados à abordagem de *Peer Instruction*, desenvolvidos a partir de uma perspectiva enfatizada da diferenciação progressiva do conceito de tempo. Seu propósito fundamental é aprofundar o entendimento dos estudantes acerca dessa dimensão e suas aplicações, atendendo as orientações do Ensino de Física apresentadas pelo Currículo da Secretaria de Estado do Espírito Santo e a Base Nacional Comum Curricular no âmbito do contexto do Ensino Médio. A sequência didática está estruturada em três fases, com as duas primeiras subdivididas em três momentos, enquanto a terceira compreende quatro momentos, todos eles detalhados de forma mais abrangente ao longo deste material. Este Instrumento Educacional se configura como um guia de orientação destinado ao professor para uso em sua sala de aula.



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO DO MATERIAL.....	4
DAVID AUSUBEL – TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (TAS)	5
MAPA CONCEITUAL.....	6
LEV VYGOTSKY – TEORIA SOCIOINTERACIONISTA.....	8
METODOLOGIAS ATIVAS.....	9
ESTUDO DE CASO	10
<i>PEER INSTRUCTION</i>	12
APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	14
AO PROFESSOR(A): 1ª ETAPA - 1º MOMENTO, QUESTIONÁRIO 1 C.P. E EC I	15
AO PROFESSOR(A): 1ª ETAPA - 2º MOMENTO, CONTEÚDO DE AULA 1	19
QUESTIONÁRIO I	28
AO PROFESSOR(A): 1ª ETAPA - 3º MOMENTO, QUESTIONÁRIO <i>PI</i> I	30
AO PROFESSOR(A): 2ª ETAPA - 4º MOMENTO, QUESTIONÁRIO 2 C.P. E EC II	33
AO PROFESSOR(A): 2ª ETAPA - 5º MOMENTO, CONTEÚDO AULA 2	37
QUESTIONÁRIO II	44
AO PROFESSOR(A): 2ª ETAPA - 6º MOMENTO, QUESTIONÁRIO <i>PI</i> II.....	50
AO PROFESSOR(A): 3ª ETAPA - 7º MOMENTO, QUESTIONÁRIO C.P. III E EC III	52
AO PROFESSOR(A): 3ª ETAPA - 8º MOMENTO, CONTEÚDO AULA 3	57
QUESTIONÁRIO III	63
AO PROFESSOR(A): 3ª ETAPA - 9º MOMENTO, QUESTIONÁRIO <i>PI</i> III.....	66
AO PROFESSOR(A): 4ª ETAPA - 10º MOMENTO – REVISÃO REALIZADA PELO PROFESSOR A PARTIR DO ORGANIZADOR EXPLICATIVO (MAPA CONCEITUAL), DISCUSSÃO E EXPLICAÇÃO PELOS ESTUDANTES	68
REFERÊNCIAS	69

APRESENTAÇÃO DO MATERIAL

Aqui apresentamos um guia didático que constitui em uma sequência didática para aulas de Física, envolvendo o Conceito de Tempo VOLTADO PARA A PRIMEIRA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO. Busca-se atender às necessidades dessa modalidade de ensino BASEADAS pelas orientações do Ensino de Física no Currículo da Secretaria de Estado do Espírito Santo e na Base Nacional Comum Curricular. Para desenvolver SEQUÊNCIA DIDÁTICA utilizamos o método de ensino Estudos de Caso que é uma metodologia ativa que oferece aos estudantes a oportunidade de explorar dilemas da vida real, promovendo o aprendizado ativo, o desenvolvimento de habilidades críticas e a preparação para enfrentar desafios no mundo real em uma ampla variedade de campos de estudo (Sá; Queiroz, 2010, p.12), *Peer Instruction* que é uma abordagem que promove a interação entre os alunos, colocando o estudante no centro do processo de aprendizagem, estimulando o desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais fundamentais, visando não apenas o domínio de conteúdo, mas também o crescimento intelectual e colaborativo dos estudantes.

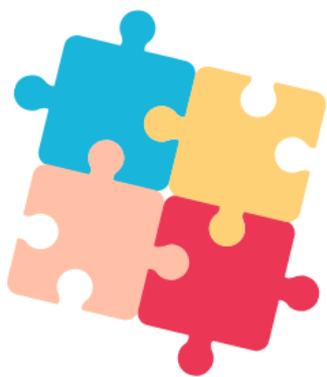
Almeja-se por meio deste Produto Educacional proporcionar aos professores que atuam na disciplina de Física um material que possa ser replicado em suas aulas. Será descrito de maneira clara ao longo do produto as suas etapas, no entanto, poderão ser adaptáveis ao contexto da sala de aula de quem o utilizar. Um aspecto importante desse material é o compromisso em promover um ambiente de aprendizado dinâmico e envolvente para os estudantes.

DAVID AUSUBEL – TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (TAS)

A organização da sequência didática está baseada na TAS de David Ausubel, a qual mostra a importância da diferenciação progressiva. Nesta teoria da psicologia educacional o que mais influencia no processo de aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Dessa forma, é necessário investigar a respeito do conhecimento prévio dos alunos e, na sequência, iniciar o método de ensino (Moreira, 2016). Ausubel argumenta que a aprendizagem se torna significativa quando o novo conteúdo é conectado aos conhecimentos prévios do aluno, enriquecendo sua estrutura cognitiva (Moreira, 2012).

A aprendizagem significativa caracteriza-se, pois, por uma interação (não uma simples associação), entre aspectos específicos e relevantes da estrutura cognitiva e as novas informações, através da qual estas adquirem significado e são integradas à estrutura cognitiva de maneira não arbitrária e não-literal, contribuindo para a diferenciação, elaboração e estabilidade dos subsunçores preexistentes e, conseqüentemente, da própria estrutura cognitiva (Moreira, 2016, p.08).

A diferenciação progressiva é uma abordagem educacional que enfatiza a importância de começar com ideias gerais e inclusivas e, em seguida, avançar gradualmente para detalhes e especificidades. Isso não apenas facilita a compreensão profunda e a aprendizagem significativa, mas também mantém os alunos envolvidos e motivados ao longo do processo de ensino e aprendizado (Moreira, 2000).



MAPA CONCEITUAL

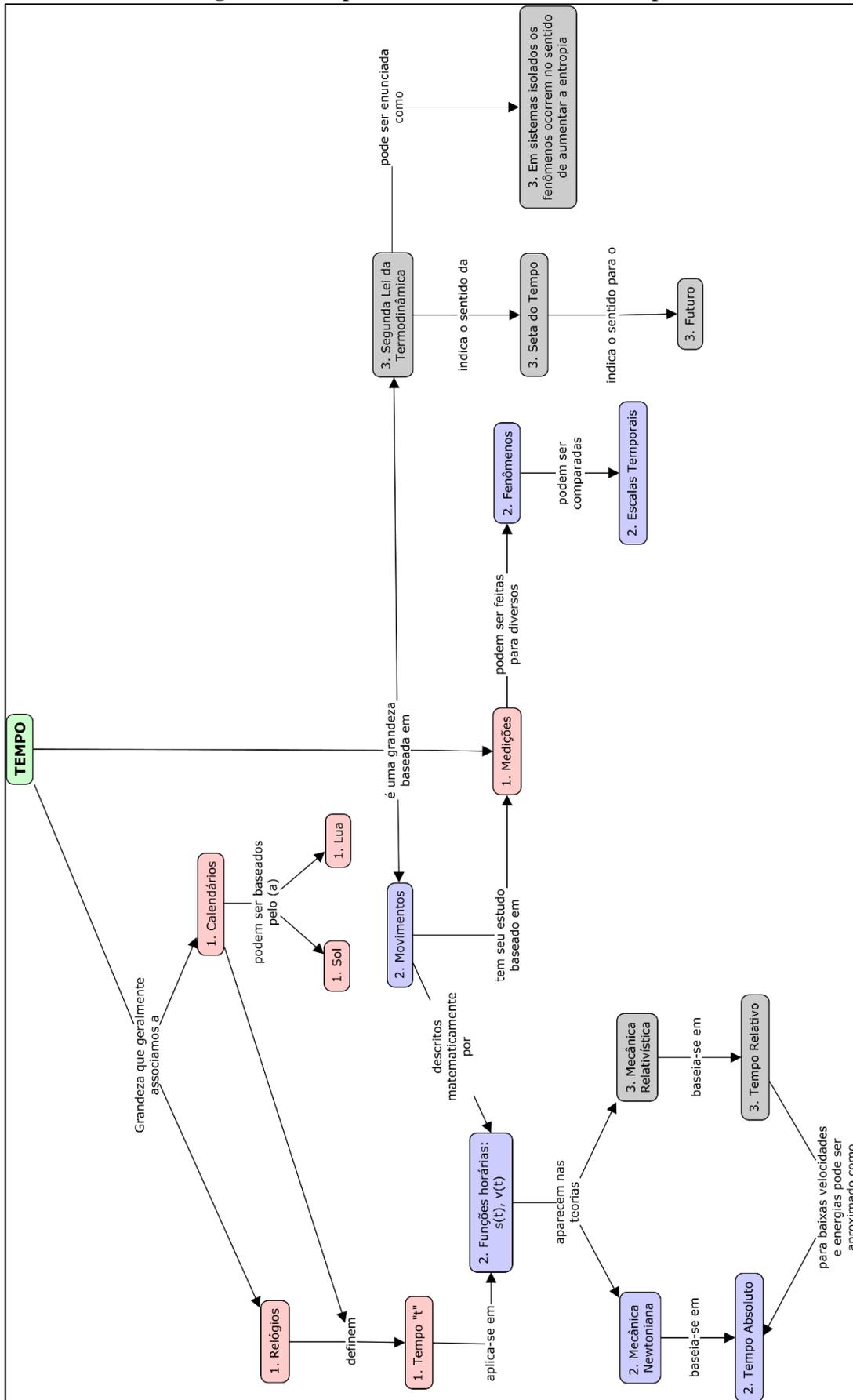
Os mapas conceituais são representações gráficas que organizam os conceitos hierarquicamente, geralmente usando círculos ou retângulos conectados por linhas que vão dos conceitos mais amplos e gerais no topo para os mais específicos abaixo. Eles são uma ferramenta visual que ajuda a relacionar e representar o conhecimento estudado e a sua utilização alinha-se com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, como explicado por Moreira (2012), essas ferramentas podem ser aplicadas ao longo de todo o processo de aprendizagem significativa.

Segundo Moreira (2012), a aprendizagem significativa ocorre quando o novo conhecimento se relaciona com o que já sabemos, atribuindo significado pessoal. Quando isso não acontece, a aprendizagem se torna mecânica e sem significado. Estimular os alunos a utilizar padrões de aprendizagem significativa ao empregar mapas conceituais é uma estratégia eficiente. Esses mapas não só ajudam na aprendizagem, mas também podem ser usados como ferramentas de avaliação (Novak; Cañas, 2010).

Os mapas conceituais são representações visuais que mostram a interconexão e a hierarquia dos conceitos em um contexto específico (Moreira, 2006). Eles facilitam uma compreensão mais profunda e estruturada do conhecimento, permitindo que os alunos vejam como os conceitos se relacionam e se organizam dentro do conteúdo estudado.

O objetivo primordial da apresentação dos mapas conceituais aos alunos é destacar as relações hierárquicas entre os conceitos que estão sendo ministrados em uma aula acerca de um determinado fenômeno (Moreira; Masini, 2001). Tal iniciativa visa proporcionar aos estudantes uma compreensão mais aprofundada e estruturada do conhecimento abordado, permitindo-lhes visualizar de forma clara as conexões existentes entre os conceitos apresentados, intencionando uma construção do conhecimento mais significativa.

Figura 01: Mapa conceitual abordando o tempo



Fonte: Elaboração própria, 2024.

LEV VYGOTSKY – TEORIA SOCIOINTERACIONISTA

A sequência didática também está estruturada na teoria sociointeracionista de Lev Vygotsky. Esta teoria embasa os métodos ativos de aprendizagem utilizados na sequência didática. Vygotsky apresenta o conceito da Zona de Desenvolvimento Proximal, que desenvolve duas diferentes dimensões do desenvolvimento, a primeira se refere ao desenvolvimento real, aquelas atividades de capacidade já completada e a segunda sendo a do desenvolvimento potencial, aquele que ainda está por se efetivar (Rego, 1995; Nunes; Silveira, 2015).

Por exemplo, a criança que já possui a habilidade de completar um jogo de encaixe de quatro peças já está ciente de como trabalhar com determinadas informações, cores e figuras ali apresentadas, esse reconhecimento permite que possamos encarar esse processo como desenvolvimento real (Nunes; Silveira, 2015, p. 54).

Com a ajuda necessária essa mesma criança pode ser encorajada a ir adiante no jogo com um cenário de seis peças. A partir dessa interação com o outro ela irá traçar novas estratégias, questionamentos que irão favorecer o desenvolvimento do pensamento. A partir da intervenção de um agente externo, tal como um docente, responsáveis legais ou companheiros, é possível inferir que a capacidade de conceber um jogo de maior complexidade em relação aos anteriormente experimentados pode desempenhar um papel relevante no progresso do discente, evidenciando-se a relevância da influência social na ampliação das habilidades cognitivas e criativas dos educandos. (Nunes; Silveira, 2015, p. 54).



METODOLOGIAS ATIVAS

Para que possamos estruturar nosso planejamento com atividades que possibilitem uma aprendizagem significativa dos estudantes, fundamentamos essa Sequência Didática com metodologias ativas, isso significa que os estudantes não devem apenas memorizar fatos, nossa preocupação é proporcionar um ambiente em que possam compreender os conceitos, relacionando-os com suas experiências e percepções.

As metodologias ativas apresentam uma certa eficiência em despertar a curiosidade dos alunos. Isso ocorre porque incentivam os alunos a se envolverem ativamente no processo de aprendizagem, explorar conceitos por si mesmos e contribuir com suas próprias visões e descobertas. A inquietação intelectual emerge como um impulso para a aquisição de saberes, uma vez que estimula os estudantes a investigar de forma mais abrangente no conteúdo, formular indagações de maior profundidade e persistir no processo de aprendizagem (Berbel, 2011).

Nos métodos tradicionais de ensino o professor era frequentemente visto como a principal fonte de conhecimento, enquanto os alunos desempenhavam um papel mais passivo de receptores de informações. A aplicação deste material considera o professor como o reconhecido por Barbosa e Moura (2013), um facilitador da aprendizagem que cria condições para que os alunos desempenhem um papel central na construção do conhecimento, e também aquele que promove a criação de ambientes que oportunizem a participação ativa dos alunos e o desenvolvimento de suas habilidades.

Dentro do contexto de aprendizagem ativa que abordamos nessa proposta, conforme Barbosa e Moura (2013), os estudantes assumem um papel ativo no processo, engajando-se na escuta, questionamento e discussão do tema explorado em sala de aula, estimulando-o a participar na construção do conhecimento. Quando os estudantes usam o que aprenderam, eles podem mostrar o que realmente sabem e como pensam ao fazer as análises sugeridas, auxiliando-os a melhorar a compreensão dos conteúdos.

ESTUDO DE CASO

Uma importante metodologia utilizada nesta sequência didática é o Estudo de Caso (EC). Esta oferece aos estudantes a oportunidade de se envolverem ativamente na aprendizagem, investigando aspectos científicos e sociocientíficos por meio da análise de situações reais ou simuladas. O EC é uma Metodologia Ativa de ensino envolvente os estudantes no centro do processo de aprendizagem, incentivando a investigação, o pensamento crítico e a aplicação prática do conhecimento, valorizando a espontaneidade, a criatividade, busca por informações e habilidade de comunicação. Isso possibilita os alunos para enfrentar desafios complexos e tomar decisões informadas em suas vidas pessoais e profissionais (SÁ; Queiroz, 2010).

De acordo com Herreid (1998), quando usamos histórias em nossa metodologia de ensino, é essencial que essas histórias sejam cativantes, interessantes para quem as lê e também tenham relevância em relação aos temas educacionais abordados. Isso significa que os personagens e o contexto da história devem ser familiares e relacionados ao conteúdo que estamos ensinando. A ideia é que a história envolva o leitor, desperte seu interesse e, ao mesmo tempo, ajude a transmitir de forma eficaz os conceitos que estamos ensinando.

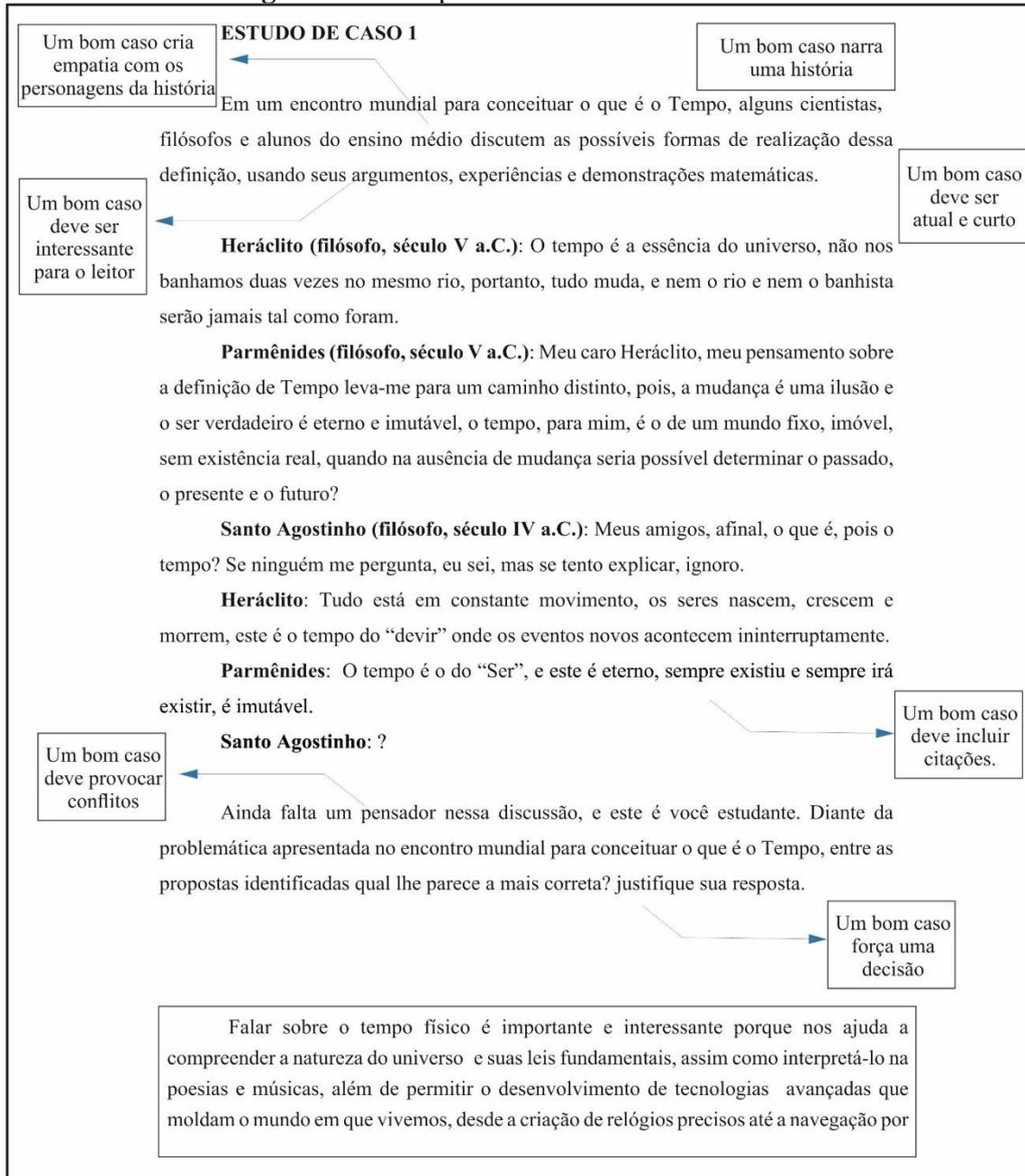
Os passos que seguimos em nossa Sequência Didática são consistentes com a abordagem proposta por Linhares e Reis (2008), que destacam três etapas fundamentais durante a implementação, sendo elas:

Passo 1: os estudantes são instruídos a realizar uma leitura inicial do EC, assim como a elaboração escrita de uma proposta inicial de resolução para o(s) problema(s) proposto(s). Nesta etapa são introduzidos o tema, a razão para sua escolha e, após a proposta inicial de resolução, apresenta-se outros textos para leitura.

Passo 2: o aluno é encarregado de elaborar uma resenha de um dos textos disponibilizados. Além disso, são lecionadas aulas, sugeridas outras leituras e pesquisas que se relacionam com o assunto estudado, a fim de propiciar momentos de estudo, reflexão e interação durante todas as atividades.

Passo 3: cada aluno encaminha sua proposta final de solução, a qual deve contemplar os principais aspectos das leituras e discussões efetuadas. Nesta etapa os alunos são responsáveis por defender suas ideias mais relevantes, apresentando seus argumentos na defesa de suas concepções mais importantes.

Figura 02: Exemplo de EC e suas características



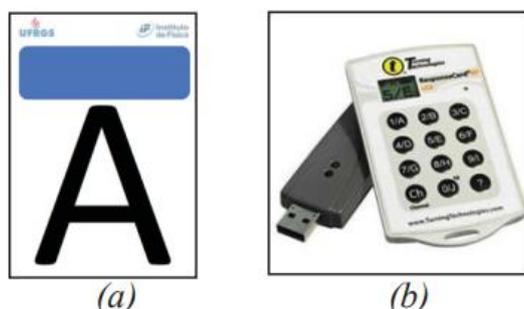
Fonte: Elaboração própria, 2024.

PEER INSTRUCTION

Outra metodologia ativa utilizada nesta sequência didática é chamada de *Peer Instruction (PI)*, ou Instrução por Pares. Esta enfatiza a interação entre os alunos e os coloca como os principais responsáveis pela aprendizagem. Essa abordagem, desenvolvida por Eric Mazur na década de 90 em Harvard, tem sido eficaz em cursos universitários, especialmente em disciplinas como Física, promovendo uma aprendizagem ativa e uma compreensão mais profunda do conteúdo (Mazur, 1997).

De acordo com Araújo e Mazur (2013), as aulas seguem uma sequência em que o professor faz apresentações orais seguidas de questões conceituais para os alunos responderem. Inicialmente, os alunos respondem individualmente e, em seguida, discutem o conteúdo com seus colegas. O professor coleta as respostas dos alunos usando flashcards, que são cartões com as respostas dos estudantes, ou clickers, um sistema de respostas remoto que se comunica com o computador do professor por radiofrequência, conforme Figura 03.

Figura 03: (a) Exemplo de cartão resposta (flashcard). (b) Sistema remoto de resposta (clickers) e receptor de radiofrequência USB.



Fonte: Araújo e Mazur (2013, p. 368).

Conforme descrito por Araújo e Mazur (2013), o funcionamento da *Peer Instruction (PI)* envolve etapas claras e diretas, seguindo os seguintes passos que também são apresentados na Figura 04:

Passo 1: O professor seleciona os principais tópicos a serem abordados e inicia uma breve apresentação do conteúdo, que pode durar cerca de 10 minutos e incluir recursos multimídia, se necessário.

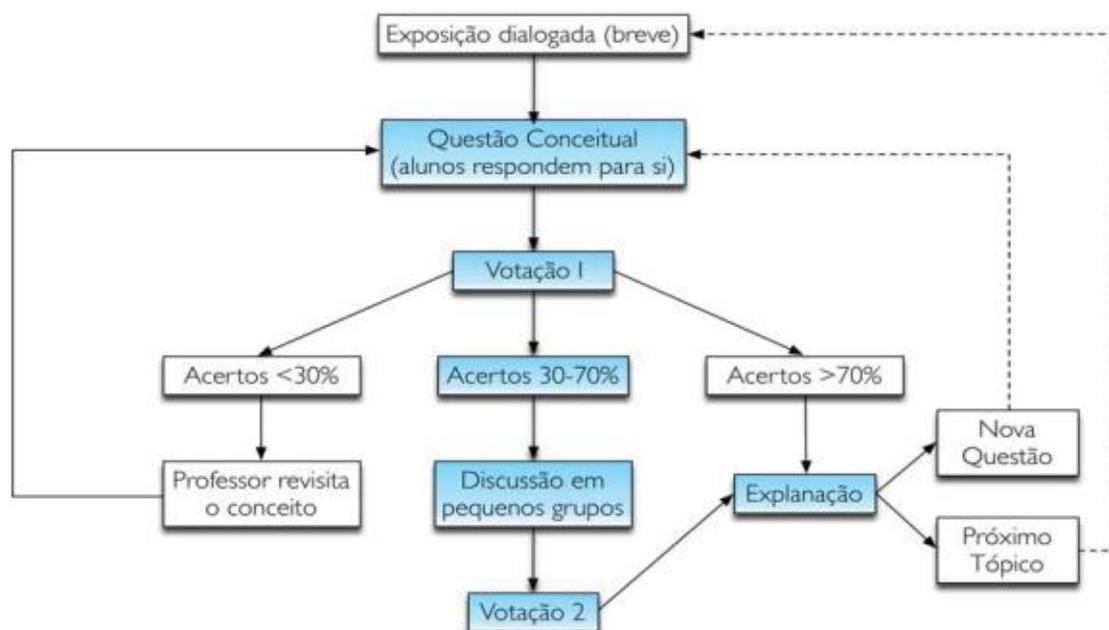
Passo 2: O professor apresenta uma questão de múltipla escolha, com opções pré-definidas que abrangem diferentes suposições. Os alunos têm apenas 2 a 3 minutos para responder à questão.

Passo 3: Se menos de 30% dos alunos acertarem a resposta, o professor revisa brevemente o conteúdo, enfatizando as principais características que levam à resposta correta. Em seguida, a mesma pergunta é feita novamente.

Passo 4: Se mais de 70% dos alunos acertarem a resposta, o professor faz apenas um breve comentário sobre a resposta correta e explica os erros nas outras opções de resposta. Em seguida, avança para o próximo conceito a ser abordado na aula.

Passo 5: Quando o percentual de acertos fica entre 30% e 70%, os alunos são divididos em duplas ou grupos e cada grupo defende sua alternativa escolhida. Isso estimula diálogos significativos entre os alunos, permitindo que utilizem uma linguagem própria e criem argumentos em relação à questão.

Figura 04: Diagrama do processo de implementação do método *PI*, etapa conhecida como *ConcepTest*.



Fonte: Adaptado de Lasry, Mazur e Watkins (2008).

Essa interação entre os estudantes e com o professor durante as discussões é fundamental para a aprendizagem, conectando-se com a Teoria de Vygotsky. Essa troca de ideias e argumentos é o que Mazur considera essencial para o sucesso da *Peer Instruction*.

APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O produto educacional criado é uma sequência didática e como o próprio nome sugere são ações ou etapas contínuas, acontecendo dentro de um mesmo tema que ao percorrer o conteúdo busca como objetivo ensinar passando etapa por etapa, isso permite em sua aplicação ensinar e aprender, “[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos [...]” (Zabala, 1998, p.18).

Ao oferecer um conteúdo aos estudantes é necessário também estar acompanhado de estratégias que irão proporcionar e facilitar a aprendizagem pelos alunos. Segundo Franco (2018), para qualquer sequência didática que procura alcançar o objetivo de desenvolver e apresentar uma solução para o carecimento do aluno, esta deve, por meio de seus passos atingir o entendimento do objeto em estudo, sendo assim, é importante a seleção da sequência e didática adequada para desenvolver uma aula que cumpra essas necessidades.

Para Dolz (2004), uma sequência didática é uma apresentação sistemática das atividades escolares estabelecidas de modo organizado por meio de um gênero textual ou escrito.

As sequências didáticas auxiliam no estabelecimento dos conhecimentos que estão sendo construídos e conseqüentemente faz com que novas aquisições aconteçam, pois, se organizadas dessa forma tais atribuições preveem uma progressão modular, que parte da verificação dos conhecimentos que os alunos já detêm a cerca de assuntos específicos. Neste contexto o produto educacional busca apresentar e descrever as atividades propostas que visam a aprendizagem dos estudantes sobre o conceito do Tempo, possibilitando a análise de sua eficiência na compreensão do conteúdo, a motivação e o interesse dos discentes no decorrer de sua aplicação.

Após a leitura da fundamentação teórica, apresentaremos nossa sequência didática estruturada com base no que foi exposto. No entanto, acreditamos que permitir adaptações na sequência didática, de acordo com a teoria apresentada, é uma abordagem eficaz para assegurar que o conteúdo seja adequado ao contexto específico da sala de aula e às necessidades dos alunos, proporcionando flexibilidade ao professor(a).

AO PROFESSOR(A): 1ª ETAPA - 1º MOMENTO, QUESTIONÁRIO 1 C.P. E EC I

Professor(a), compreendo a importância de fornecer informações detalhadas sobre a primeira etapa da Sequência Didática vamos expandi-la um pouco mais sobre como ocorrerá o seu desenvolvimento, incluindo informações mais específicas sobre os instrumentos de avaliação e o conteúdo a ser ministrado. Isso garantirá que todos os aspectos do processo sejam compreendidos de forma clara e sem deixar dúvidas.

Quadro 01 – 1ª etapa da Sequência Didática

Etapa	Momentos	Tempo/ Aula	Detalhamento	Instrumentos de avaliação	Conteúdo
1	1	- 2 aulas	- Realizar uma apresentação aos alunos - Aplicar o questionário para levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. - Aplicar o EC I. - Realizar um debate com os alunos que esteja contextualizado na pergunta-chave do Caso I.	- Questionário de Levantamento - Anotações advindas das observações do professor durante o debate.	- O Tempo no ponto de vista filosófico.
	2	- 2 aulas	- Aula expositiva e dialogada (slides). - Aplicação do Questionário I	- Questionário I.	- Passado, presente e futuro - Métodos para medição do tempo - Instrumentos de medida do tempo
	3	- 2 aulas	- Breve revisão das aulas anteriores realizada pelo professor. - Questionário <i>PI</i> . - Retorna a pergunta-chave do Caso I coletando a resposta dos alunos.	- Questionário <i>PI</i> I. - Resposta da pergunta-chave do Caso III.	- O Tempo no ponto de vista filosófico. - Passado, presente e futuro - Métodos para medição do tempo - Instrumentos de medida do tempo

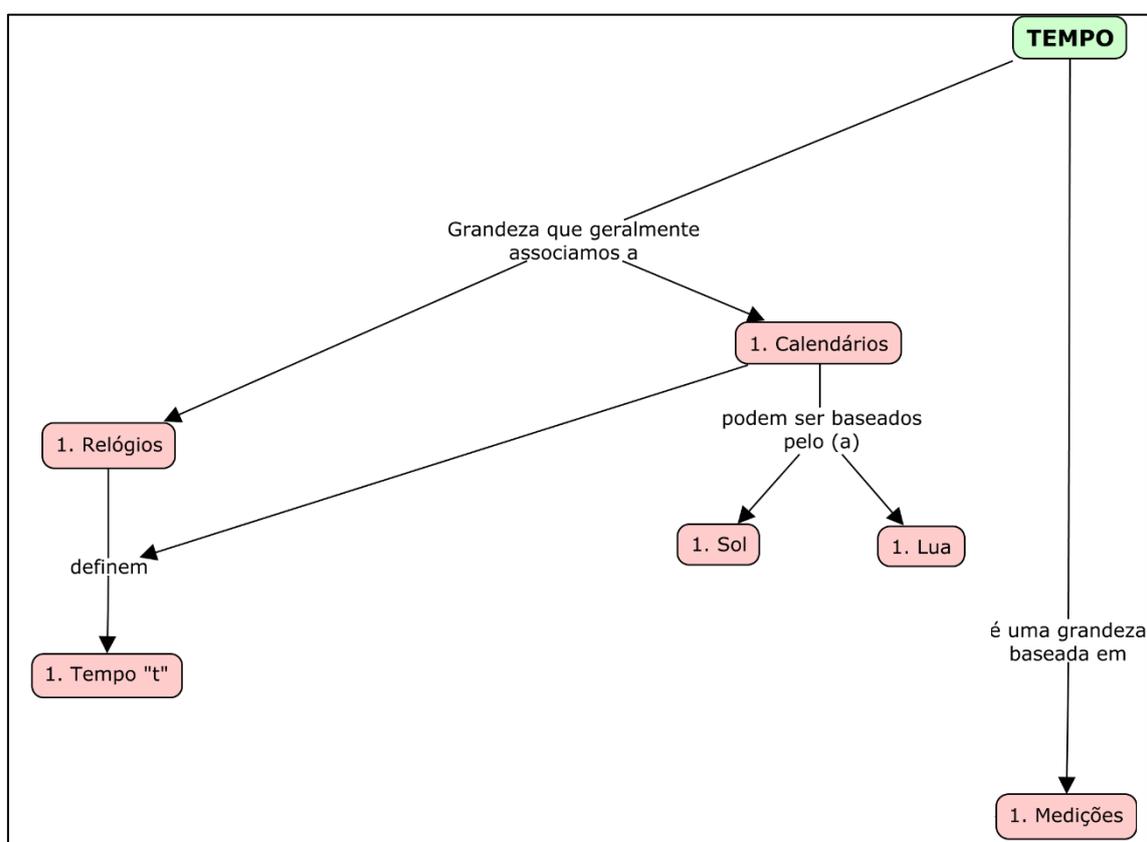
Fonte: Elaboração própria, 2024.

Professor(a), agora começa a jornada da Sequência Didática, a primeira atividade é a preparação do estabelecimento do cenário que as aulas acontecerão, destacando os processos que serão utilizados. Vamos desvendar o que é um “Estudo de Caso”. Isso é fundamental para que os alunos compreendam como a aprendizagem ocorrerá. Em seguida, vamos explicar de forma breve o que é o questionário “*Peer Instruction*” e entender como essa abordagem de aprendizado colaborativo será aplicada para enriquecer o processo de ensino.

O ponto central desta sequência é o estudo do conceito de tempo no Ensino Médio. Vamos esclarecer brevemente por que este tema é tão importante e como ele se encaixa no currículo escolar.

No decorrer do desenvolvimento desta Etapa 1, o professor acompanha o progresso dos conteúdos através do Mapa Conceitual, o qual foi elaborado para promover a Diferenciação Progressiva dos conteúdos. O mapa, Figura 05, é atualizado ao longo das etapas subsequentes, proporcionando recortes que se complementam, destaca-se o conceito de tempo, considerado pelos autores como o mais geral, sendo destacado com um fundo verde. Em seguida, apresenta-se a Etapa 1, com fundo vermelho e o número “1” posicionado à esquerda para orientar melhor o professor durante as etapas. Esses recursos são úteis para revisões conjuntas com os alunos.

Figura 05 – Mapa Conceitual da Etapa 1



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Agora, depois de todo esse preparo, é hora de entrar em ação. Você aplicará um **questionário para avaliar o conhecimento prévio** dos alunos sobre o assunto, isso é fundamental, pois nos ajudará a adaptar as aulas de acordo com o que os alunos já sabem, garantindo que a aprendizagem seja o mais eficaz possível.

Tempo de duração da atividade: 1 aula de 50 min.

Imprima uma atividade para cada estudante.

Questionário I C.P. para a obtenção do conhecimento prévio dos estudantes

- 1 - Como você percebe o tempo?
- 2 - Como descrever a passagem do tempo?
- 3 - Como medir o tempo?
- 4 - Você conhece alguma unidade de tempo?
- 5 - Como o tempo se relaciona com o movimento?
- 6 - Quanto tempo tem um ano?
- 7 - Quanto tempo tem um dia?
- 8 - Quantos segundos equivalem a uma hora?
- 9 - Como contava-se o tempo antes de existir o relógio?

Agora, avançando para a próxima atividade, vamos aplicar o “**Estudo de Caso I**”. Aqui, o objetivo é envolver os alunos em um debate que esteja diretamente relacionado à pergunta-chave do Caso I, comece organizando a turma e, em seguida, entregue um Caso para cada estudantes e espere que eles resolvam a pergunta central apresentada no texto, posteriormente recolha a resposta do Caso I e inicie o debate. Encoraje os alunos a compartilharem suas perspectivas e ideias sobre o tema em questão, as anotações provenientes das observações do professor durante o debate possui a finalidade de avaliar o desempenho dos alunos, bem como identificar os pontos-chave discutidos durante a atividade. Este é o momento em que a primeira resposta sobre o assunto virá à tona. Este passo marca o final do primeiro momento da primeira etapa.

Lembre-se de que o debate é uma excelente maneira de estimular o pensamento crítico e a participação ativa dos alunos. Certifique-se de que a discussão esteja contextualizada e alinhada com o objetivo do Estudo de Caso I. Este é um passo fundamental para aprofundar a compreensão dos alunos sobre o tema e prepará-los para as próximas fases da Sequência Didática.

Tempo de duração da atividade: 1 aula de 50 min.

Imprima um Caso para cada estudante.

ESTUDO DE CASO I – O TEMPO EM UMA PERSPECTIVA FILOSÓFICA

Durante uma conferência global com o intuito de delinear o conceito de Tempo, um conjunto de estudiosos, tanto da ciência quanto da filosofia, bem como alunos do ensino médio, debatem acerca das diferentes formas de realizar uma definição desse fenômeno, fundamentados em argumentos, vivências e demonstrações matemáticas.

Heráclito (filósofo, século V a.C.): O tempo constitui a essência do universo, sendo que a constante mutabilidade do mundo implica em uma impossibilidade de se banhar no mesmo rio por duas vezes, visto que tanto o rio quanto o banhista estão em constante transformação, jamais sendo idênticos àquilo que eram em um momento anterior.

Parmênides (filósofo, século V a.C.): Meu caro Heráclito, meu pensamento sobre a definição de Tempo leva-me para um caminho distinto, pois, a mudança é uma ilusão e o ser genuíno é perpétuo e imutável. Para mim, o tempo, é o de um mundo estático, imóvel, sem existência real, quando na ausência de mudança seria possível delimitar o passado, o presente e o futuro?

Santo Agostinho (filósofo, século IV a.C.): Meus amigos, afinal, o que é, pois o tempo? Se ninguém me pergunta, eu sei, mas se tento explicar, ignoro.

Heráclito: Tudo está em constante movimento, os seres nascem, crescem e morrem, este é o tempo do “devir”, do processo contínuo de transformação em que os eventos novos ocorrem incessantemente.

Parmênides: O tempo é o do “Ser”, e este é eterno, sempre existiu e sempre irá existir, é imutável.

Santo Agostinho: Qual a natureza do Tempo?

Entre as propostas já apresentadas, qual você considera a mais correta? Você pode pensar em ideias como a de que o tempo é um conceito humano, ou que ele é uma medida da mudança. Ou talvez você tem uma perspectiva totalmente diferente! Explore essa questão fascinante e desenvolva sua capacidade de argumentação e reflexão justificando sua resposta. O que é o tempo para você? Vamos refletir juntos e debater essa ideia tão fascinante!

AO PROFESSOR(A): 1ª ETAPA - 2º MOMENTO, CONTEÚDO DE AULA 1

Nesta parte da sequência didática, vamos realizar uma aula expositiva e dialogada sobre o conteúdo relacionado à medição temporal, também conhecida como cronometria. Analisaremos os dois principais métodos de medição do tempo: o calendário e o relógio.

Calendário:

O calendário é uma forma fundamental de organizar os intervalos de tempo e compará-los com eventos equivalentes e sucessivos. Sua unidade de contagem básica é o dia. Um exemplo claro é o evento do nascer do sol, que ocorre a cada 24 horas, marcando o início de um novo dia.

O calendário é estruturado de maneira a permitir a divisão do tempo em unidades maiores, como semanas, meses e anos, facilitando a sua leitura devido à sua organização lógica. O calendário que usamos atualmente é uma modificação aprimorada ao longo do tempo dos antigos calendários romanos. Por exemplo, os chineses já utilizavam um calendário de 365 dias séculos antes de Cristo.

Uma curiosidade é que o calendário romano original tinha 365 dias, mas com um pequeno problema: sobravam 6 horas não contabilizadas a cada ano. Para resolver essa questão, foi adicionado um dia extra a cada quatro anos, criando o ano bissexto, com 366 dias. Isso permitiu uma melhor sincronização entre o calendário e o ciclo solar.

Além disso, é possível organizar a contagem do tempo de maneira mais flexível, relacionando os meses e anos de diferentes maneiras, como bimestres, trimestres, semestres, décadas e séculos. Isso torna a medição do tempo mais adaptável às necessidades humanas.

Relógio:

O relógio é outra ferramenta essencial para a medição do tempo. É um mecanismo físico que foi desenvolvido desde a antiguidade e aprimorado ao longo do tempo para uma medição cada vez mais precisa do tempo. Os relógios desempenham um papel crucial em nossa vida cotidiana, garantindo que estejamos cientes do tempo e possamos coordenar nossas atividades de maneira eficaz.

Um aspecto interessante é o estudo das fases da lua, que também está relacionado à passagem do tempo. As fases da lua têm sido usadas historicamente como indicadores de tempo, ajudando as pessoas a determinar datas e eventos importantes, como a agricultura e festivais religiosos.

Professor(a), nesta aula, vamos explorar em detalhes esses métodos de medição temporal, compreendendo como eles influenciam nossa vida e sociedade, bem como suas origens históricas e desenvolvimentos ao longo do tempo. Isso nos ajudará a apreciar a complexidade e a importância da medição do tempo em nossa cultura.

Tempo de duração da atividade: 1 aula de 50 min.

Se os slides fornecidos forem adequados para você, utilize-os como base, podendo ser realizado ajustes conforme sua necessidade para torná-los mais alinhados com sua dinâmica de aula.

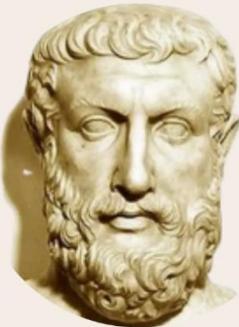


PARMÊNIDES

HERÁCLITO

MEDIÇÃO TEMPORAL

CALENDÁRIOS E RELÓGIOS

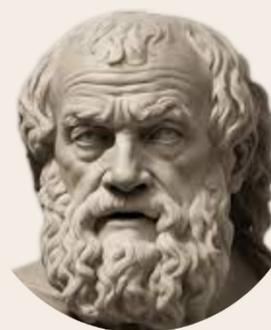


PARMÊNIDES CERCA DE 530-460 A.C.

Conhecido por suas ideias sobre a natureza da realidade. Segundo Parmênides, unicamente o momento presente "é", enquanto o passado e o futuro se encontram destituídos de significação. Ele argumentava que a realidade era eterna e imutável, e qualquer coisa que parecesse mudar ou ter um tempo passando era ilusória. Parmênides acreditava que o ser (o que é) era imutável e indivisível, enquanto o não-ser (o que não é) era inexistente e, portanto, não poderia ser pensado ou falado. Ele afirmava que as mudanças eram ilusões criadas pelas nossas percepções enganosas.

Heráclito tinha uma perspectiva diferente sobre o tempo em comparação com Parmênides. Heráclito é famoso por sua doutrina da mudança constante e da impermanência, e ele enfatizava a importância do tempo nesse contexto, afirmando que "tudo flui" e que a mudança é a característica da realidade. Ele argumentava que nada permanecia o mesmo, e tudo estava sujeito a um processo de constante mudança.

Um dos fragmentos mais conhecidos atribuídos a Heráclito é: "Não podemos entrar no mesmo rio duas vezes, pois, quando entramos nele novamente, ele não é mais o mesmo rio e nós não somos mais as mesmas pessoas." Isso ilustra sua visão de que o tempo e a mudança eram inseparáveis.



HERÁCLITO CERCA
DE 540-470 A.C.



MEDIÇÃO TEMPORAL

Calendário – organiza os intervalos de tempo que são comparados com eventos equivalentes e sucessivos, possuindo como unidade de contagem o dia. Exemplo: o evento nascer do sol, que corresponde a uma média de 24 horas entre um fenômeno e outro.

O calendário estrutura-se de maneira que permita separar o tempo em dias, semanas, meses e anos, facilitando sua leitura devido a sua organização.

O calendário que se usa hoje é uma modificação que foi sendo melhorada ao longo do tempo dos antigos calendários romanos.



Os **chineses** usavam o calendário de 365 dias séculos antes de Cristo.

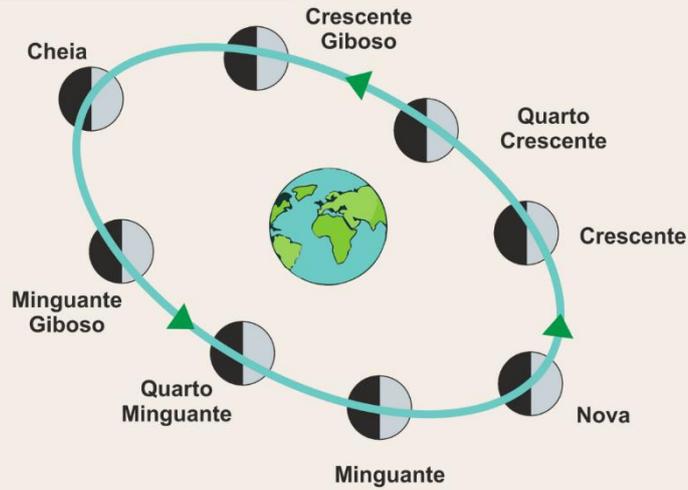
O **Calendário Romano** era estruturado em 365 dias, sobrando-se 6 horas, a solução encontrada foi acrescentar um dia a cada quatro anos, ficando o ano com 366 dias, o qual foi nomeado de ano Bissexto.

Ainda é possível organizar a contagem do tempo que relaciona os meses e anos, exemplo: 1 bimestre = 2 meses, 1 trimestre = 3 meses, 1 semestre = 6 meses, 1 década = 10 anos, 1 século = 10 décadas = 100 anos.

Relógio - Realiza a contagem da passagem do tempo, um mecanismo físico desenvolvido desde a antiguidade e vem sendo aperfeiçoado para uma medição mais apurada do tempo.



A LUA E O TEMPO

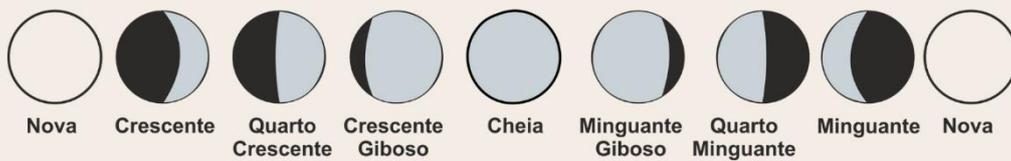


A LUA E O TEMPO

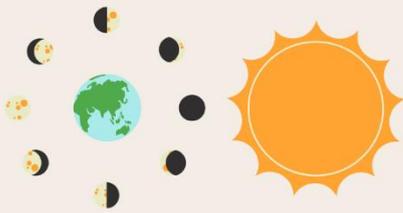
A Lua vista do hemisfério Sul



A Lua vista do hemisfério Norte



CALENDÁRIOS

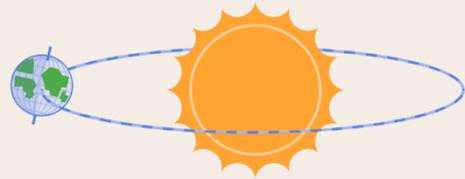


Os calendários solar, lunar e lunisolar são sistemas de medição do tempo que têm diferentes formas de acompanhar os ciclos naturais, como o movimento da Terra ao redor do Sol (ano solar) e a fase da Lua (mês lunar).

CALENDÁRIO SOLAR

Baseia-se principalmente no ciclo do ano solar, que é aproximadamente 365,25 dias e divide o ano em meses, mas não se preocupa com as fases da Lua.

Exemplo: Calendário Gregoriano: É o calendário mais amplamente usado no mundo hoje. Foi introduzido pelo Papa Gregório XIII em 1582 e é um calendário solar.



CALENDÁRIO SOLAR

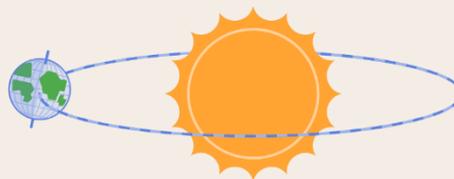
Características notáveis incluem:

Ano comum tem 365 dias e anos bissextos têm 366 dias (acréscimo de um dia extra a cada quatro anos).

Os meses variam em comprimento de 28 a 31 dias.

Início do ano em 1º de janeiro.

Utiliza a semana de sete dias.



CALENDÁRIO LUNAR



Baseia-se nas fases da Lua e no ciclo lunar de aproximadamente 29,5 dias. Os meses lunares são aproximados, geralmente com 29 ou 30 dias.

Exemplo: Calendário Islâmico (Calendário Árabe).

CALENDÁRIO LUNAR



Características notáveis incluem:

Ano com 12 meses lunares, totalizando cerca de 354 ou 355 dias.

Não segue o ano solar, causando uma diferença de cerca de 10 a 12 dias em relação ao calendário gregoriano a cada ano.

Os meses podem ter 29 ou 30 dias. Os anos não são numerados, mas têm nomes e o mês de Ramadan é importante, marcando o jejum muçulmano.

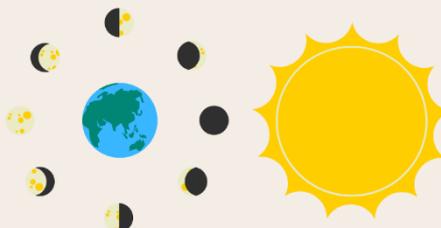
O Ramadã é o nono mês do calendário islâmico, durante o qual os muçulmanos jejuam do nascer ao pôr do sol em observância à revelação de Allah a Muhammad em 610.

CALENDÁRIO LUNISSOLAR

Combina elementos dos calendários solar e lunar para acompanhar tanto o ano solar quanto as fases da Lua.

Introduz meses lunares intercalados com meses adicionais para sincronizar com o ano solar.

Exemplo: O Calendário Judaico é um calendário lunissolar.



CALENDÁRIO LUNISSOLAR

Características notáveis incluem:

Ano com 12 ou 13 meses, totalizando cerca de 353 a 385 dias.

Adiciona um mês intercalar (Adar II) sete vezes a cada ciclo de 19 anos para sincronizar com o ano solar.

O ano começa no outono, normalmente em setembro ou outubro e os meses têm 29 ou 30 dias.

É usado na tradição judaica para determinar feriados religiosos.



REFERÊNCIAS

REFERÊNCIA

HELOU, Ricardo; JOSÉ, Gualter; VILLAS, Newton. Física 1: Mecânica.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física, volume 1: mecânica. Tradução Ronaldo Sérgio de Biasi, Rio de Janeiro, LTC, 2012.

Em seguida, após o término da aula expositiva e dialogada inicia-se a aplicação do primeiro questionário, imprima e entregue um para cada um dos alunos, essa atividade deve ser dada em uma aula, onde os alunos irão respondê-lo de forma individual, mas claro, o professor poderá adaptá-lo conforme suas necessidades e intenções, uma vez que compreendeu a proposta de nossa sequência didática.

Depois de coletar os questionários preenchidos, você deverá revisá-los para avaliar o nível de compreensão dos alunos em relação ao conteúdo apresentado na aula. Isso o ajudará a identificar áreas que podem precisar de mais atenção ou reforço nas próximas etapas da sequência didática. Lembre-se de que a capacidade de adaptar as

atividades de acordo com as necessidades da sua turma permite que você otimize o processo de aprendizagem e ajude seus alunos a alcançarem um melhor entendimento do conteúdo.

Tempo de duração da atividade: 1 aula de 50 min.

Imprima um Caso para cada estudante.

QUESTIONÁRIO I

1 - Um calendário é um sistema que organiza e divide o tempo em dias, semanas, meses e anos. No Brasil adota-se o calendário mais utilizado no mundo atualmente, o gregoriano, quantos e quais são os meses desse calendário?

2 - Explique as principais diferenças entre um calendário solar, lunar e lunissolar, e mencione os calendários gregoriano, árabe e judaico, destacando suas características e peculiaridades em relação à forma como medem o tempo e organizam os meses e anos.

3 - O calendário que utilizamos atualmente é baseado no movimento de translação da Terra ao redor do Sol e estabelece que um ano possui 365 dias. Entretanto, a translação da Terra não é perfeitamente regular, o que levou à criação do ano bissexto. O ano bissexto tem 366 dias e é acrescido de um dia a cada 4 anos, exceto nos anos múltiplos de 100 que não são múltiplos de 400. Quantos dias tem o mês de fevereiro em um ano bissexto? Qual é a razão para que o mês de fevereiro tenha um dia a mais nesses anos?

4 – O último ano Bissexto foi em 2020, o próximo será em 2024, considerando que 2024 seja o primeiro, quando ocorrerá o décimo.

5 – Sabendo que um ano possui 365 dias e 6 horas, qual a sua quantidade total de horas?

6 – Um ano será bissexto se ele for múltiplo de 4, contudo, existe uma exceção para os múltiplos de 100 que não sejam múltiplos de 400, ou seja, se forem múltiplos de 400 também serão bissextos. No ano bissexto é acrescentado um dia no mês de fevereiro, ficando o ano com 366 dias. Quantos anos bissextos há entre 1999 e 2015?

1 b) 2 c) 3 d) 4

7 – (ENEM 2006) No Brasil, verifica-se que a Lua, quando está na fase cheia, nasce por volta das 18 horas e se põe por volta das 6 horas. Na fase nova, ocorre o inverso: a Lua nasce às 6 horas e se põe às 18 horas, aproximadamente. Nas fases crescente e minguante, ela nasce e se põe em horários intermediários.



Sendo assim, a Lua na fase ilustrada na figura acima poderá ser observada no ponto mais alto de sua trajetória no céu por volta de

- a – meia-noite b – três horas da madrugada c – nove horas da manhã
d – meio-dia e – seis horas da tarde

8 - (Enem - 2002) Um grupo de pescadores pretende passar um final de semana do mês de setembro, embarcado, pescando em um rio. Uma das exigências do grupo é que, no final de semana a ser escolhido, as noites estejam iluminadas pela lua o maior tempo possível. A figura representa as fases da lua no período proposto. Considerando-se as características de cada uma das fases da lua e o comportamento desta no período delimitado, pode-se afirmar que, dentre os fins de semana, o que melhor atenderia às exigências dos pescadores corresponde aos dias

- a - 08 e 09 de setembro.
b - 15 e 16 de setembro.
c - 22 e 23 de setembro.
d - 29 e 30 de setembro.
e - 06 e 07 de outubro.



AO PROFESSOR(A): 1ª ETAPA - 3º MOMENTO, QUESTIONÁRIO PI I

Inicie uma nova aula com uma revisão breve das lições anteriores. Essa prática visa fortalecer os conceitos previamente adquiridos, ao revisar e conectar informações dos conteúdos anteriores e os próximos tópicos a serem explorados. Sublinhe os conceitos e informações-chave das aulas passadas, envolva os alunos com questionamentos relacionados aos temas já abordados e aprimore as respostas previamente oferecidas pelos estudantes, sugerindo melhorias quando necessário. O intuito dessa aula é estimular a compreensão dos alunos e manter um fluxo contínuo de aprendizado, onde os novos conceitos são construídos sobre uma base sólida de conhecimento prévio.

Após a breve revisão do conteúdo é hora de introduzir o questionário de *Peer Instruction*. Revise com os estudantes como essa etapa funciona antes de iniciar a atividade, se necessário reveja na teoria o modo de aplicação dessa atividade.

Por fim, após o término da atividade, o professor retoma a questão do Caso I, incentivando os estudantes a fornecer uma nova resposta. A expectativa é que essa segunda resposta seja mais precisa e embasada, incorporando os conteúdos e conhecimentos adquiridos ao longo da Sequência Didática.

Os debates, a resposta inicial e final do Caso, as atividades, o questionário *PI* e a participação dos estudantes no decorrer da Sequência didática servirão como uma ferramenta para avaliar o progresso dos alunos e verificar o quanto eles assimilaram do conteúdo ministrado pelo professor durante a aula e na troca de informações com seus pares.

Tempo de duração da atividade: 1 aula de 50 min.

Imprima um Caso para cada estudante ou utilize o projetor.

ATIVIDADE PEER INSTRUCTION 1

1 - O ano tem 365 dias, exceto nos anos bissextos, que possuem 366 dias.

() Certo () Errado

2 – O ano civil possui 365 dias, já o ano solar que depende do movimento de translação da Terra em torno do Sol que tem a duração de 365,24219 dias, ou seja, aproximadamente 365 dias e 6 horas. Pode-se dizer que o ano bissexto acontece para que o ano civil e o ano solar se ajustem.

Certo Errado

3 – Um ano também pode ser um período de 2 semestres, ou 4 trimestres ou 12 meses.

Certo Errado

4 – O motivo de não ser considerado os anos múltiplos de 100 que não são múltiplos de 400 se deve pela aproximação do número 0,24219 d. Verifique na calculadora.

$$0,24219 d = \frac{1d}{4} - \frac{1d}{100} + \frac{1d}{400}$$

$$0,24219 d \cong 0,2425 d$$

Certo Errado

5 – O tempo de duração de um ciclo lunar completo é de aproximadamente 29,5 dias?

Certo Errado

6 - Como é chamada a fase lunar em que a Lua não é visível no céu noturno?

a – Nova b – Crescente c – Cheia d – Minguante

7 - Qual é a fase lunar que ocorre quando a Lua está em sua fase mais iluminada?

a – Nova b – Crescente c – Cheia d – Minguante

8 - A fase lunar em que a Lua está iluminada pela metade, mas a outra metade está na sombra, é chamada de Quarto Minguante ou Quarto Crescente, quando observamos do hemisfério sul, a metade iluminada, é respectivamente

a direita e esquerda a esquerda e direita

9 - A Lua parece mudar de fase ao longo do mês devido à sua posição em relação à Terra e ao Sol. Conforme a Lua orbita a Terra, diferentes partes de sua face voltada para a Terra são iluminadas pelo Sol, criando as diferentes fases lunares.

Certo Errado

Para concluir esta etapa, retorne a pergunta-chave do Caso I, onde os estudantes deverão responder suas novas respostas, colete a atividade dos alunos.

Para encerrar esta etapa retome pergunta-chave do Caso I e avalie como os alunos assimilaram o conteúdo apresentado durante as aulas. Após a conclusão da atividade, colete as respostas dos alunos que deverão ser escritas em uma folha separada e entregue ao professor.

Tempo de duração da atividade: 1 aula de 50 min.

Entregue uma folha para cada estudante para que eles respondam à questão do Caso I.

AO PROFESSOR(A): 2ª ETAPA - 4º MOMENTO, QUESTIONÁRIO 2 C.P. E EC II

Estamos agora no início da segunda etapa, na qual apresentaremos o Quadro 02 que proporciona uma visão geral das atividades que serão abordadas nesta parte da sequência didática. Posteriormente, detalharemos cada uma delas mais a fundo.

Quadro 02 – 2ª etapa da Sequência Didática

2	4	- 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar o questionário para levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. - Aplicar o EC II. - Realizar um debate com os alunos que esteja contextualizado na pergunta-chave do Caso II. 	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário de Levantamento - Anotações advindas das observações do professor durante o debate. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conceito de tempo Absoluto (Newton) - Conceito de tempo Relativo (Leibniz e Mach)
	5	- 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> - Aula expositiva e dialogada (slides). - Aplicação do Questionário II. 	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário II. 	<ul style="list-style-type: none"> - Funções horárias da posição - Função horária da velocidade
	6	- 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> - Breve Revisão da aula anterior. - Aplicação do questionário <i>PI</i> II. - Retorna a pergunta-chave do Caso II coletando a resposta dos alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário <i>PI</i> II. - Resposta da pergunta-chave do Caso II. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conceito de tempo Absoluto (Newton). - Conceito de tempo Relativo (Leibniz e Mach). - Funções horárias da posição - Função horária da velocidade

Fonte: Elaboração própria, 2024.

No decorrer desenvolvimento desta Etapa 2, o professor acompanha o progresso dos conteúdos através do Mapa Conceitual, o qual foi elaborado para promover a Diferenciação Progressiva dos conteúdos. O mapa, Figura 06 é atualizado ao longo das etapas subsequentes, proporcionando recortes que se complementam, destaca-se o conceito de tempo, considerado pelos autores como o mais geral, sendo destacado com um fundo verde, a Etapa 1 é apresentada com fundo vermelho e o número “1” à esquerda, enquanto a Etapa 2 possui fundo roxo e o número “2” também à esquerda, com o objetivo de orientar o professor de forma mais clara durante as etapas. Esses recursos são úteis para revisões conjuntas com os alunos.

Tempo de duração da atividade: 1 aula de 50 min.

Imprima uma atividade para cada estudante.

Questionário 2 C.P. para a obtenção do conhecimento prévio dos estudantes

- 1 - Como Newton acreditava ser o tempo?
- 2 - Newton contribui para a compreensão do que é o tempo?
- 3 - O que Leibniz quis expressar dizendo que o tempo é puramente relativo?
- 4 - Para Mach a própria ideia de tempo é uma abstração, você concorda? Por quê?
- 5 - Newton estava errado sobre o tempo?
- 6 - O conceito de tempo se transforma ao longo dos anos?
- 7 - O tempo não pode ser relativo, ele deve ser o mesmo independente de quem o esteja medindo. O que você acha dessa afirmação?

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Em seguida, inicia-se o **EC II (Diálogo entre Newton, Leibniz e Mach sobre a natureza do tempo)**, o qual apresenta uma pergunta central que nos permite explorar a visão dos alunos sobre o tempo no contexto apresentado. Coletaremos as respostas dos estudantes e então daremos início a uma discussão sobre o caso, guiada pela seguinte pergunta-chave: 'Para você, estudante, o Tempo é absoluto ou relativo? Considerando os argumentos do EC 2, qual lhe parece mais correto?'

Revise os pontos recomendados para o Caso I, e não se esqueça que o papel do professor durante esse professor é ser um facilitador da aprendizagem do estudante na busca de suas respostas.

Tempo de duração da atividade: 1 aula de 50 min.

Imprima uma atividade para cada estudante.

ESTUDO DE CASO 2 – DIÁLOGO ENTRE NEWTON, LEIBNIZ E MACH SOBRE A NATUREZA DO TEMPO

O tempo passa e o encontro mundial para conceituar o que é o Tempo continua, mostram-se novos argumentos, discutem-se novas definições na busca de uma definição para o problema que transpassam grandes pensadores.

Newton (1642 - 1727): Generosos amigos, fiquei encantado com vossa atitude livre ao conceituar o que seria o Tempo, acredito que tal ação emana de um verdadeiro espírito filosófico. Minha contribuição ao se tratar de tal grandeza, o tempo, advém de que minha equação de movimento ($\vec{F} = m \times \vec{a}$) descreve a evolução de sistemas mecânicos ao longo do tempo, não fazendo distinção entre passado e futuro, ou seja, se descreve um processo, também descreverá o seu inverso, dado pela sucessão de eventos invertidos.

Leibniz (1646 - 1716): Quanto a mim, deixei assentado mais de uma vez que, a meu ver, o espaço é algo puramente relativo, como o tempo; a saber, na ordem das coexistências, como o tempo na ordem das sucessões.

Newton: O tempo absoluto existe, de maneira independente dos objetos e por não estar disposto a se afetar por fenômenos físicos essas características são verdadeira, matemática e de sua própria natureza, por não serem perceptíveis é necessário uma abstração para seus entendimentos.

Mach (1838 - 1916): o tempo é o resultado alcançado por uma comparação de dimensões, sendo essas medições relacionadas com uma ideia de medida que surge das comparações fisiológicas, configurando a própria ideia de tempo uma abstração. A questão de que um movimento seja uniforme em si não tem nenhum sentido. Muito menos podemos falar de um “tempo absoluto” (independente de toda variação).

Leibniz: o tempo é puramente relativo.

Mach: não faz sentido a determinação de um tempo absoluto.

Newton: lembremo-nos que nenhuma grande descoberta jamais foi feita sem um palpite ousado

Para você estudante, o Tempo é absoluto ou relativo? Considerando os argumentos do Estudo de Caso 2 qual lhe parece mais correto?

AO PROFESSOR(A): 2ª ETAPA - 5º MOMENTO, CONTEÚDO AULA 2

As funções horárias são utilizadas para determinar a posição, velocidade e aceleração de um móvel com o passar do tempo.

Função horária do espaço no movimento uniforme:

$S = S_0 + v \cdot t$	S_0 = posição inicial [m] S = posição final [m] v = velocidade [m/s] t = tempo [s]
-----------------------	---

Função horária da velocidade no movimento uniformemente variado:

$v = v_0 + a \cdot t$	v_0 = velocidade inicial [m/s] v = velocidade final [m/s] a = aceleração [m/s ²] t = tempo [s]
-----------------------	---

Função horária da posição no movimento uniformemente variado:

$S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$	S_0 = posição inicial [m] S = posição final [m] v_0 = velocidade inicial [m/s] a = aceleração [m/s ²] t = tempo [s]
---	---

Inicie a aula com um breve resumo dos conceitos trabalhados. Isso ajudará os alunos a revisar os princípios anteriores e a se preparar mentalmente para o novo material que será apresentado, em seguida, comece a aula expositiva e dialogada apresentando a função horária do espaço no movimento uniforme, explicando os princípios fundamentais e fornecendo exemplos claros para ilustrar esses conceitos aos estudantes, depois passe para a função horária da velocidade no movimento uniformemente variado.

Aponte os conceitos-chave e use exemplos para tornar o assunto mais compreensível, por fim, introduza a função horária da posição no movimento uniformemente variado. Certifique-se de destacar as diferenças entre o movimento uniforme e o uniformemente variado para evitar qualquer confusão.

Tempo de duração da atividade: 1 aula de 50 min.

Se os slides fornecidos forem adequados para você, utilize-os como base, podendo ser realizado ajustes conforme sua necessidade para torná-los mais alinhados com sua dinâmica de aula.

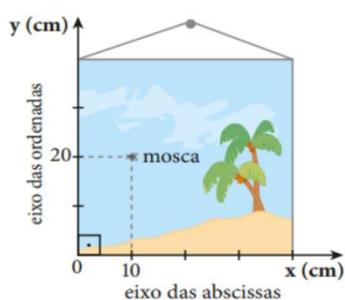


MOVIMENTO UNIFORME
MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO
MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME

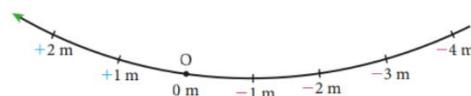


INICIAÇÃO A CINEMÁTICA

Referencial é um corpo (ou um conjunto de corpos) em relação ao qual são definidas as posições de outros corpos.

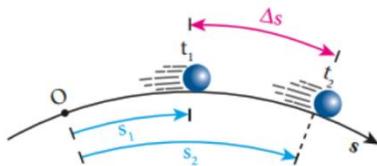


Espaço(s) de uma partícula é a grandeza que determina sua posição em relação à trajetória, posição esta dada pelo comprimento do trecho de trajetória compreendido entre a partícula e o ponto **O**, acrescido de um sinal positivo ou negativo, conforme a região em que ela se encontra.



INICIAÇÃO A CINEMÁTICA

Varição do Espaço: das duas posições consideradas, uma é inicial e outra é final. Assim, a variação de espaço é o espaço na posição final menos o espaço na posição inicial.

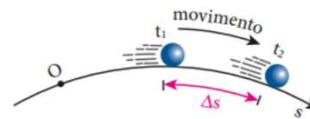


A variação de espaço Δs (lê-se “delta esse”) entre t_1 e t_2 é dada por:

$$\Delta s = s_2 - s_1$$

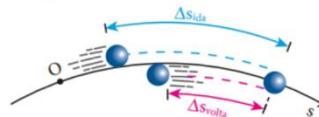
Distância percorrida:

1º caso: A partícula desloca-se sempre em um mesmo sentido.



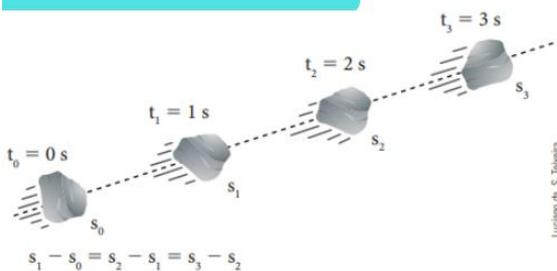
Distância percorrida:

2º caso: A partícula inverte o sentido de seu movimento



MOVIMENTO UNIFORME

Movimento uniforme (MU) é aquele em que a velocidade escalar instantânea é constante e diferente de zero, de modo que o móvel sofre iguais variações de espaço em iguais intervalos de tempo.



Luciano da S. Teles

Função horária do espaço

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s - s_0}{t - t_0}$$

$$v = \frac{s - s_0}{t}$$

$$s - s_0 = v \cdot t$$

$$s = s_0 + v \cdot t$$

Ex: Um corredor está correndo a uma velocidade constante. Felipe, que está parado observando, nota que, no momento em que o corredor passa por ele, há uma placa à frente dos dois. Felipe começa a medir o tempo, e após vinte segundos, o corredor passa pela placa. Se a distância entre Felipe e a placa é de 90 metros, qual é a velocidade do corredor?

INICIAÇÃO A CINEMÁTICA

Velocidade escalar média entre dois instantes é a variação de espaço ocorrida, em média, por unidade de tempo:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$$

Ex: Um motociclista partiu do km 10 de uma rodovia às 8 horas da manhã e chegou ao km 298 às 12 horas. Qual a sua velocidade média? Apresente a solução em km/h e em m/s.

A **unidade** de velocidade, no SI, é o metro por segundo (**m/s**).

Frequentemente, usamos também a unidade quilômetro por hora (km/h) e vale a seguinte relação:

$$3,6 \text{ km/h} = 1 \text{ m/s}$$

Demonstração:

$$\frac{3,6 \text{ km}}{\text{h}} = \frac{3,6 \cdot 10^3 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 1 \text{ m/s}$$

MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO

Aceleração escalar média entre dois instantes é a variação de velocidade escalar instantânea ocorrida, em média, por unidade de tempo.

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_{final} - v_{inicial}}{t_{final} - t_{inicial}}$$

Ex: Um carro em movimento passa de uma velocidade inicial de 10 m/s para uma velocidade final de 30 m/s em um período de 5 segundos. Qual é a aceleração do veículo?

Com relação às unidades de medida de aceleração, note que elas são sempre quocientes de uma unidade de velocidade por uma de tempo. No SI, temos:

$$\text{unid}(a) = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\text{m/s}}{\text{s}} = \frac{\frac{\text{m}}{\text{s}}}{\frac{\text{s}}{1}} = \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \text{m/s}^2$$

Movimento uniformemente variado (MUV) é aquele em que a aceleração escalar é constante e diferente de zero. Consequentemente, a velocidade escalar sofre variações iguais em intervalos de tempo iguais

MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO

Função horária da velocidade escalar instantânea



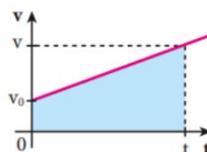
$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

$$a = \frac{v - v_0}{t} \Rightarrow v - v_0 = a \cdot t \Rightarrow v = v_0 + a \cdot t$$

Ex: Um ciclista pedala a uma velocidade constante de 2 m/s quando acelerar e aumenta a velocidade a uma taxa de 2 m/s² durante 4 segundos. Qual será a velocidade do ciclista após esses 4 segundos?

Função horária da posição:

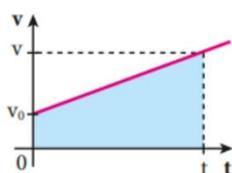
Queremos a expressão de s em função de t . Para isso, traçamos o gráfico $v \times t$: Sabe-se que a "área" destacada na figura expressa a variação de espaço Δs de 0 a t :



$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO

Função horária da posição:



$$\Delta s = \frac{(v_0 + v)}{2} \cdot t$$

Lembrando que $v = v_0 + a \cdot t$, obtemos:

$$\Delta s = \frac{(v_0 + v_0 + a \cdot t)}{2} \cdot t = v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2$$

Sabendo que $\Delta s = s - s_0$, obtemos $s - s_0 = v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2$, isolando s , tem-se:

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2$$

Ex. 1: Um carro parte da posição 6 metros e com uma velocidade inicial de 10 m/s. O carro acelera a uma taxa constante de 2 m/s² por um período de 5 segundos. Qual será a posição final do carro após esses 5 segundos?

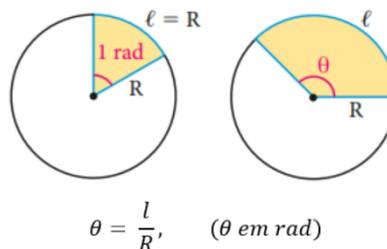
Ex. 2: Um automóvel move -se a 108 km/h quando seu motorista pisa severamente no freio, para parar o veículo em 3 s. Calcule a distância percorrida pelo automóvel nesses 3 s.

MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME

Enfoque Angular:

Um grau (θ) é o ângulo correspondente a 1/360 do ângulo de uma volta completa de uma circunferência.

Um radiano (rad) é a medida do ângulo central que determina na circunferência um arco cujo comprimento (l) é igual ao raio (R).



Sabendo que o comprimento de uma circunferência de raio R é igual a $2\pi R$, temos:

$$\theta = \frac{2\pi R}{R} = 2\pi \text{ rad} \quad \text{Portanto, } 2\pi \text{ rad} = 360^\circ.$$

Ex. Quantos graus equivalem π rad, $\pi/2$ rad, $\pi/3$ rad, $\pi/4$ rad, $\pi/6$ rad.

MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME

Velocidade Escalar Angular:

O quociente desse deslocamento angular ($\Delta\varphi$) pelo intervalo de tempo (Δt) em que ele ocorre é a velocidade escalar média angular ω_m (lê-se "ômega m") nesse intervalo:

$$\omega_m = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

Como estamos interessados nos movimentos circulares uniformes, em que v e ω são iguais em todos os instantes, escrevemos:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \quad \text{Essa é a velocidade angular instantânea.}$$

Movimento circular e uniforme (MCU) é todo movimento de trajetória circular em que a velocidade escalar, linear ou angular, é constante e diferente de zero.

$$v = \text{constante} \neq 0 \quad \omega = \text{constante} \neq 0$$

$$\omega = \frac{v}{R} \quad \text{ou} \quad v = \omega \cdot R$$

Ex.: Um disco giratório tem um raio de 0,5 metros. Ele realiza uma rotação completa em 4 segundos. Qual é a velocidade angular do disco em radianos por segundo? Qual o módulo da sua velocidade linear?

MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME

Velocidade Escalar Angular:

A velocidade escalar angular (ω) é igual à velocidade escalar linear (v) dividida pelo raio (R) da circunferência:

Substituindo (II) em (I), tem-se:

$$v = \frac{R \cdot \Delta\varphi}{\Delta t} \Rightarrow v = R \cdot \omega \Rightarrow \omega = \frac{v}{R}$$

Demonstração:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (I)$$

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta s}{R} \Rightarrow \Delta s = R \cdot \Delta\varphi \quad (II)$$

$$\omega = \frac{v}{R} \text{ ou } v = \omega \cdot R, \text{ considerando uma volta}$$

$$\omega = \frac{2\pi R}{RT}, \text{ tem-se } \omega = \frac{2\pi}{T} \text{ ou } \omega = 2\pi f$$

MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME

Período:

Período (T) de um MCU é o intervalo de tempo decorrido durante uma volta de uma dada partícula.

Frequência:

A frequência (f) do movimento circular e uniforme executado por uma partícula é o número de voltas que essa partícula efetua por unidade de tempo. Assim, se a partícula efetua n voltas durante um intervalo de tempo Δt , dada por:

$$f = \frac{n}{\Delta t}$$

Relação entre Período e Frequência:

Se, nessa expressão, fizermos Δt igual a um período (T), o número de voltas (n) será igual a 1. Então:

$$f = \frac{n}{\Delta t} = \frac{1}{T}, \text{ logo } f = \frac{1}{T}$$

Ex. 1: Uma roda gira com uma frequência de 5 Hz. Qual é o período desse movimento circular uniforme?

Ex. 2: Um objeto está em movimento circular uniforme com uma velocidade angular de 2 rad/s. Qual é o período do movimento?

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIA

HELOU, Ricardo; JOSÉ, Gualter; VILLAS, Newton. Física 1: Mecânica.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física, volume 1: mecânica. Tradução Ronaldo Sérgio de Biasi, Rio de Janeiro, LTC, 2012.

Após a conclusão da aula expositiva e dialogada, os alunos devem estar preparados para aplicar o que aprenderam. Neste momento, inicia-se o “Questionário II” para que os alunos pratiquem e demonstrem sua compreensão dos conceitos que foram trabalhados. Certifique-se de estar disponível para responder a perguntas e oferecer ajuda adicional, se necessário, não esqueça, você professor é um facilitador da aprendizagem desses estudantes.

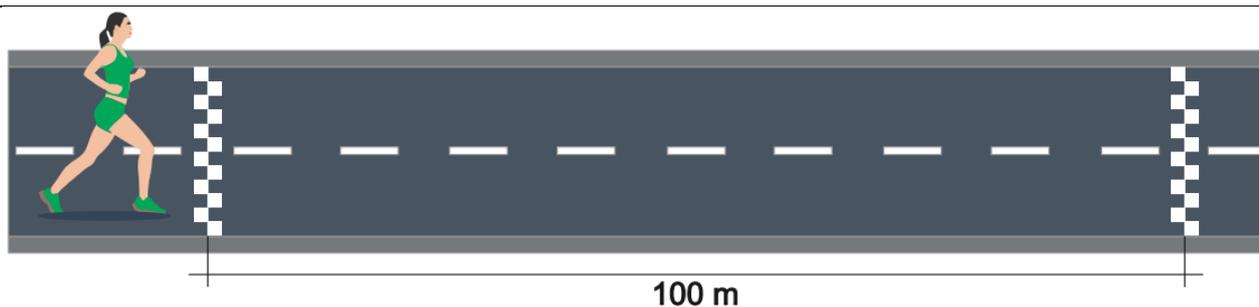
Tempo de duração da atividade: 1 aula de 50 min.

Imprima uma atividade para cada estudante.

QUESTIONÁRIO II

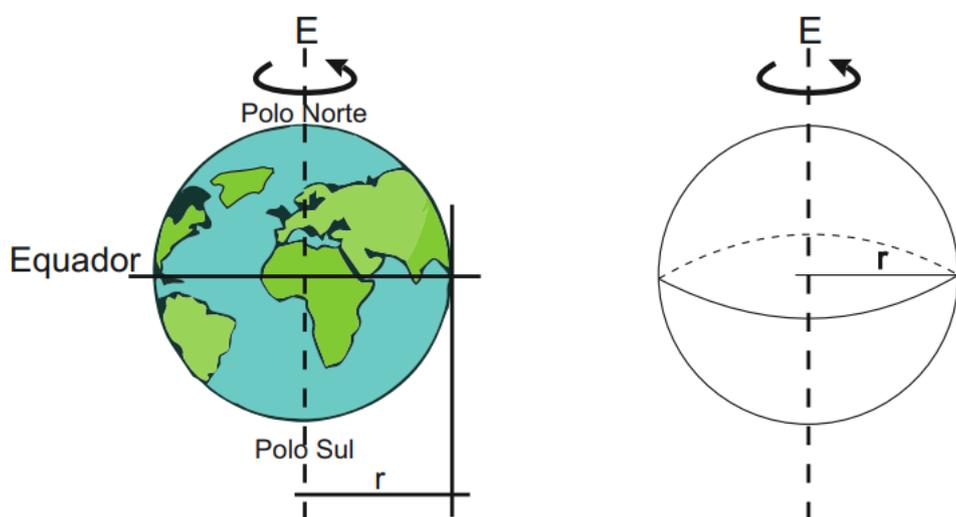
1 - A corrida de 100 metros é uma das modalidades mais populares do atletismo. Nessa prova, os corredores precisam percorrer a distância de 100 metros no menor tempo possível, cruzando a linha de chegada antes dos outros participantes para ser o vencedor, exigindo do atleta uma combinação de força, velocidade e técnica. Um aspecto importante dessa prova é a velocidade média alcançada pelo corredor, que pode ser calculada a partir da distância percorrida dividida pelo do tempo gasto para percorrê-la.

$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$, onde: ΔS é a distância percorrida, Δt a variação do tempo e v_m a velocidade média.



Uma corredora percorreu a distância de 100 metros rasos em 10 segundos. Qual foi a sua velocidade média durante a prova?

2 – A Terra possui o movimento de rotação em torno de seu próprio eixo e de translação ao redor do Sol e são fundamentais para a manutenção da vida em nosso planeta. Um dos aspectos interessantes da dinâmica do seu movimento é a velocidade, que varia em diferentes partes do planeta. Considerando que o raio médio da Terra é de aproximadamente 6.378 km, pode-se pensar em como um observador no Equador pode medir a velocidade da Terra em relação ao seu centro.

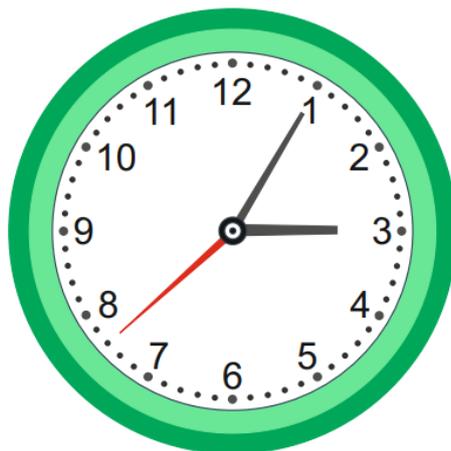


Sabendo que o cálculo da circunferência é dado por $C = 2\pi r$, onde r é igual ao raio da Terra. Considere π aproximadamente 3. Determine:

- d) Qual é, aproximadamente, a medida da circunferência da Terra na linha do Equador?
- e) Qual o tempo que a Terra leva para realizar o seu movimento de Rotação e Translação?

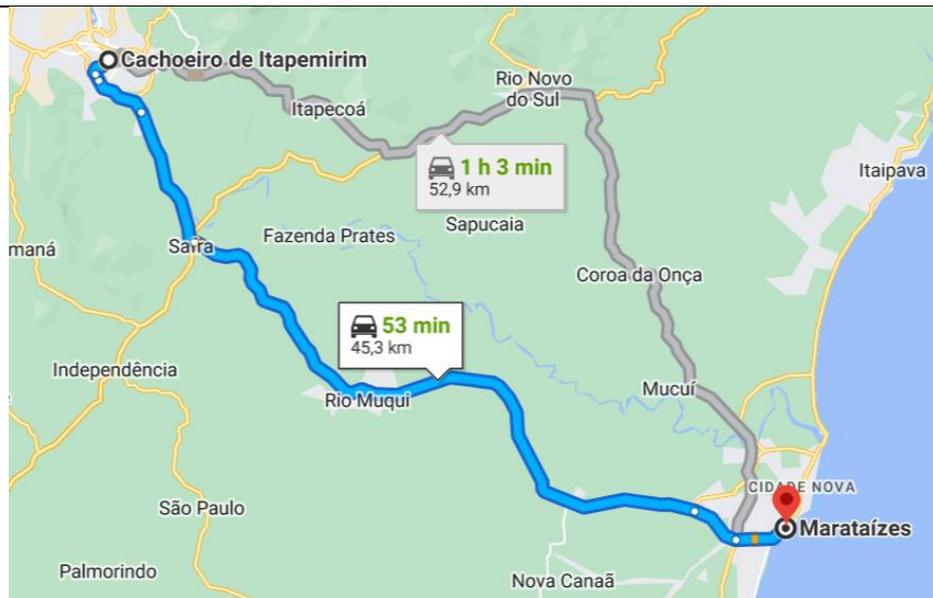
- f) A velocidade média da Terra em relação ao seu movimento de Rotação tomando como referência a linha do Equador.

3 – Os ponteiros do relógio são utilizados para indicar as horas, minutos e segundos em um dia. A movimentação dos ponteiros em um relógio é um exemplo de movimento circular uniforme, onde a velocidade é constante em módulo. O cálculo da velocidade escalar média dos ponteiros pode ser utilizado para determinar a rapidez com que eles se movem ao longo do dia.



Um relógio possui um ponteiro de segundos que possui um comprimento de 6 cm e completa uma volta completa a cada 60 segundos, um ponteiro de minutos que possui um comprimento de 4 cm e completa uma volta completa a cada 60 minutos, e o ponteiro das horas que possui um comprimento de 3 cm e completa uma volta completa a cada 12 horas. Qual será a velocidade média de cada ponteiro?

4 – Um motorista está dirigindo de Cachoeiro de Itapemirim para Marataízes em um trecho linear da rodovia ele percebe que o velocímetro do seu carro marca 36 km/h, em seguida durante 5 segundos, mantém a aceleração constante de 3 m/s^2 , alcançando a velocidade máxima permitida na rodovia, determine:



- A velocidade inicial do carro em m/s
- A variação de velocidade do carro em m/s
- A velocidade final do carro em km/h
- A distância percorrida pelo carro durante a aceleração.

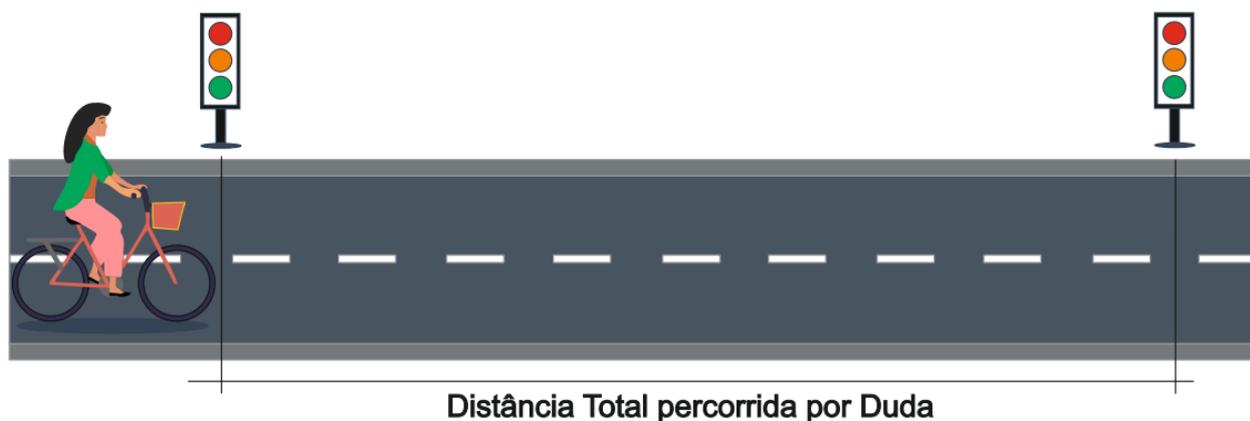
5 - Um grupo de alunos está jogando futebol na aula de Educação Física quando um dos jogadores chuta a bola para o alto e ela começa a subir até atingir a altura máxima, quando para e inicia a queda. Sabendo que a bola foi chutada com uma velocidade inicial de 20 m/s para cima e desconsiderando a resistência do ar, pede-se:



- Qual é a altura máxima que a bola alcança?
- Quanto tempo a bola leva para atingir a altura máxima?
- Qual é a velocidade da bola quando ela retorna ao nível do chão?

Considere a aceleração da gravidade no local como 10 m/s^2 .

6 - Duda está pedalando sua bicicleta em uma ciclovia retilínea e horizontal. Ela parte do repouso em um semáforo e acelera uniformemente até atingir a velocidade de 10 m/s em 5 segundos. Em seguida, mantém essa velocidade constante por 5 segundos antes de desacelerar uniformemente percorrendo 15 metros até parar em outro semáforo. Determine:



- A aceleração média de Duda durante a primeira fase de seu movimento.

b) A distância percorrida por Duda durante a segunda fase, na qual ela mantém a velocidade constante.

c) A distância total percorrida por Duda desde o primeiro semáforo até o segundo semáforo.

7 - (Enem 2020) Nas estradas brasileiras existem vários aparelhos com a finalidade de medir a velocidade dos veículos. Em uma rodovia, cuja velocidade máxima permitida é de 80 km h^{-1} , um carro percorre a distância de 50 cm entre os dois sensores no tempo de 20 ms. De acordo com a Resolução n. 396, do Conselho Nacional de Trânsito, para vias com velocidade de até 100 km h^{-1} , a velocidade medida pelo aparelho tem a tolerância de $+7 \text{ km h}^{-1}$ além da velocidade máxima permitida na via. Considere que a velocidade final registrada do carro é o valor medido descontado o valor da tolerância do aparelho. Nesse caso, qual foi a velocidade final registrada pelo aparelho?

a – 38 km h^{-1}

b – 65 km h^{-1}

c – 83 km h^{-1}

d – 90 km h^{-1}

e – 93 km h^{-1}

8 – (ENEM 2012) Uma empresa de transportes precisa efetuar a entrega de uma encomenda o mais breve possível. Para tanto, a equipe de logística analisa o trajeto desde a empresa até o local da entrega. Ela verifica que o trajeto apresenta dois trechos de distâncias diferentes e velocidades máximas permitidas diferentes. No primeiro trecho, a velocidade máxima permitida é de 80 km/h e a distância a ser percorrida é de 80 km . No segundo trecho, cujo comprimento vale 60 km , a velocidade máxima permitida é 120 km/h .

Supondo que as condições de trânsito sejam favoráveis para que o veículo da empresa ande continuamente na velocidade máxima permitida, qual será o tempo necessário, em horas, para a realização da entrega?

a – 0,7

b – 1,4

c – 1,5

d – 2,0

e – 3,0

AO PROFESSOR(A): 2ª ETAPA - 6º MOMENTO, QUESTIONÁRIO PI II

O conteúdo deve ser revisado de forma breve, conforme indicado na primeira etapa e terceiro momento, se necessário, releia este tópico na teoria. Em seguida, inicie o Questionário *PI II*, que foi elaborado de modo que o aluno possa responder com as placas “C” (Certo) e “E” (Errado) disponíveis no produto. Nesse momento, o docente deve realizar as indicações da metodologia *Peer Instruction*.

Os debates, a resposta inicial e final do Caso, as atividades, o questionário *PI* e a participação dos estudantes no decorrer da Sequência didática servirá como uma ferramenta para avaliar o progresso dos alunos e verificar o quanto eles assimilaram do conteúdo ministrado pelo professor durante a aula e na troca de informações com seus pares.

Tempo de duração da atividade: 1 aula de 50 min.

Imprima uma atividade para cada estudante.

QUESTIONÁRIO PI II

1 – A mecânica newtoniana combina-se com à concepção parmenídica do tempo apresentada no Estudo de Caso 1.

() Certo () Errado

2 – A mecânica newtoniana não distingue passado e futuro.

() Certo () Errado

3 – O tempo para Newton é:

() Absoluto () Relativo

4 - No movimento retilíneo uniforme, a velocidade do objeto é:

() Constante () Variável

5 - No movimento retilíneo uniforme, a aceleração é:

() Constante () Variável

6 - No movimento uniformemente variado, a velocidade do objeto varia com uma aceleração:

Constante Variável

7 - No movimento retilíneo uniformemente variado, a velocidade inicial é igual à velocidade final?

Certo Errado

8 - No movimento uniformemente variado, a distância percorrida pelo objeto varia de acordo com o tempo ao quadrado?

Certo Errado

Retomar a questão do Estudo de Caso

AO PROFESSOR(A): 3ª ETAPA - 7º MOMENTO, QUESTIONÁRIO C.P. III E EC III

Chegamos no início da terceira e última etapa, na qual apresentaremos o Quadro 03 que proporciona uma visão geral das atividades que serão abordadas nesta parte da sequência didática. Posteriormente, detalharemos cada uma delas mais a fundo.

Quadro 03: 3ª Etapa da sequência didática

3	7	- 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar o questionário para levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos. - Aplicar o EC III. - Realizar um debate com os alunos que esteja contextualizado na pergunta-chave do Caso III. 	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário de Levantamento - Anotações advindas das observações do professor durante o debate. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conceito de Dilatação do Tempo - 2ª Lei da Termodinâmica - Conceito de flecha do tempo. - Dilatação Temporal
	8	- 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> - Aula expositiva e dialogada (slides). - O paradoxo dos gêmeos explicado (Vídeo³). - Aplicação do Questionário III. 	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário III. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conceito de Postulado - Postulados da TRE - Dilatação temporal
	9	- 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> - Breve Revisão da aula anterior. - Aplicação do questionário <i>PI</i> II. - Retorna a pergunta-chave do Caso III coletando a resposta dos alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Questionário <i>PI</i> III. - Resposta da pergunta-chave do Caso III. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conceito de Dilatação do Tempo - 2ª Lei da Termodinâmica - Conceito de flecha do tempo. - Postulados da TRE - Dilatação temporal

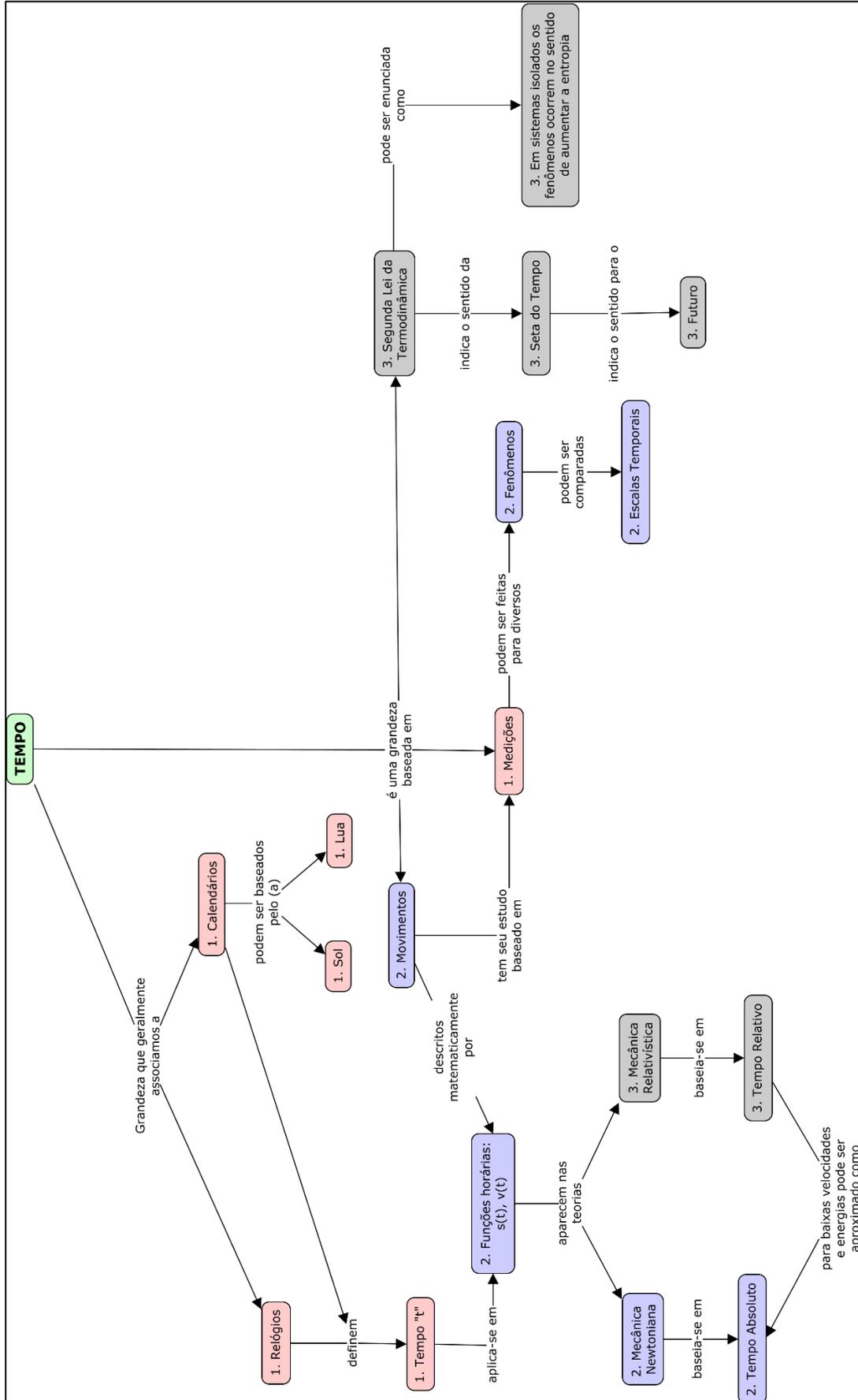
Fonte: Elaboração própria, 2024.

Durante o desenvolvimento da Etapa 3, o professor monitora o avanço dos conteúdos por meio do Mapa Conceitual, criado com o objetivo de facilitar a Diferenciação Progressiva dos conteúdos. A Figura 07 é atualizada chegando a sua completude, o conceito de tempo é enfatizado como o mais abrangente pelos autores, sendo indicado por um fundo verde. A Etapa 1 é distinguida por um fundo vermelho e o número “1” posicionado à esquerda. A Etapa 2 é identificada por um fundo roxo e o número “2”, à esquerda. Por fim, a Etapa 3 é destacada com um fundo cinza e o número “3” à esquerda, com o objetivo de orientar o professor de forma mais clara durante as etapas. Posteriormente, no 10º Momento o professor utiliza-se desse Mapa Conceitual completo para revisar os conteúdos ensinados e conduzir uma explicação detalhada aos estudantes com base no mapa conceitual.

³ Vídeo¹

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

Figura 07: Mapa Conceitual da Etapa 3



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Inicia-se esse momento com a aplicação de um **questionário** que visa coletar informações sobre os **conhecimentos prévios** dos estudantes, possibilitando ao professor compreender o nível de conhecimento e compreensão dos alunos em relação ao tema em questão, antes de avançar no processo de ensino, desse modo, o professor poderá personalizar sua abordagem de ensino de acordo com as necessidades específicas da turma, identificando áreas em que os alunos possam enfrentar dificuldades ou possuir lacunas no conhecimento.

Tempo de duração da atividade: 1 aula de 50 min.

Imprima uma atividade para cada estudante.

QUESTIONÁRIO C.P. III PARA A OBTENÇÃO DO CONHECIMENTO PRÉVIO DOS ESTUDANTES

- 1 - Qual a posição de Albert Einstein em relação a ideia de “tempo absoluto”?
- 2 - Os fenômenos físicos são irreversíveis? Qual sua relação com a termodinâmica?
- 3 - O que você sabe sobre a Teoria da Relatividade Restrita de Albert Einstein e como ela altera a compreensão da Física sobre o tempo?
- 4 - Qual a sua opinião de tempo absoluto, ou seja, ele é mesmo para todos, independente das circunstâncias?
- 5 - Como a Física aborda o tempo?
- 6 - Como você definiria o tempo?
- 7 - Você acha que o tempo é uma dimensão fundamental do universo, assim como o espaço? Por quê?

Fonte: Elaboração própria, 2024

Ainda nesse momento o professor procederá com a aplicação do Caso III, intitulado “**A complexidade da concepção temporal na Física: debates entre Albert Einstein e a termodinâmica**”. Neste Caso, uma pergunta central será apresentada, permitindo aos estudantes expressarem suas perspectivas sobre a flecha do tempo, deverão registrar suas respostas, e após a coleta dessas respostas, a discussão do conteúdo presente no caso terá início, visando aprofundar os conceitos sobre a visão do tempo dos conteúdos do Ensino Médio.

Esta discussão será conduzida com base na pergunta-chave: “Caro aluno, você acredita que os fenômenos físicos são irreversíveis? E sobre essa tal “flecha do tempo”, você sabe do que se trata? Justifique sua resposta.?”.

Tempo de duração da atividade: 1 aula de 50 min.

Imprima uma atividade para cada estudante.

ESTUDO DE CASO III – A COMPLEXIDADE DA CONCEPÇÃO TEMPORAL NA FÍSICA: DEBATES ENTRE ALBERT EINSTEIN E A TERMODINÂMICA

É necessário tempo para determinar o que é o tempo e no encontro mundial não é diferente, os pensadores argumentam como a grandeza é afetada em suas teorias e a possibilidade de delimitar o passado, presente e futuro.

É necessário o que é o tempo. Os pensadores argumentam como a grandeza é afetada em suas teorias e a possibilidade de delimitar o passado, presente e futuro.

ALBERT EINSTEIN (1879 - 1955): No curso de meus pensamentos terei de discordar de Newton sobre a existência de um tempo absoluto, acredito que poucos entenderão a minha proposta, mas o tempo e o espaço se analisados por referenciais diferentes estes deixarão de concordar com os acontecimentos dos eventos, existindo então uma contração do espaço e uma dilatação do tempo. Essa ideia pode parecer complexa, mas é fascinante pensar que nossa percepção do tempo e do espaço pode variar de acordo com o nosso referencial.

TERMODINÂMICA: As teorias apresentadas até o momento são reversíveis, pois não faz distinção de um tempo futuro e um tempo passado, sendo reversíveis temporalmente.

EINSTEIN: em completude a minha Teoria da Relatividade é estabelecido que diante de um campo gravitacional também ocorrerá uma dilatação temporal que demonstrarei na Teoria da Relatividade Geral, mas concordo, não temos uma distinção pela argumentação da Física entre passado, presente e futuro.

TERMODINÂMICA: Em outras palavras, se filmarmos um número reduzido de bolas colidindo em uma mesa de bilhar, não seria possível distinguir qual projeção está correta e qual está invertida, caso reproduzíssemos o filme de trás para frente.

EINSTEIN: hum...

TERMODINÂMICA: Por que acreditamos que os fenômenos físicos são irreversíveis? Isso se deve à 2ª Lei da Termodinâmica, que diz que a entropia de qualquer sistema fechado tende a aumentar com o tempo, até atingir um valor máximo. Essa lei introduz uma direção do tempo, que chamamos de flecha do tempo.

EINSTEIN: Estou de acordo.

Caro aluno, você acredita que os fenômenos físicos são irreversíveis? E sobre essa tal “**flecha do tempo**”, você sabe do que se trata? Justifique sua resposta.

AO PROFESSOR(A): 3ª ETAPA - 8º MOMENTO, CONTEÚDO AULA 3

Conceito de Postulado: Um postulado na Teoria Física tem o mesmo papel que um axioma tem na Matemática, onde se é feita uma afirmação fundamental que não pode ser demonstrado logicamente, na Física, o postulado, é o resultado da generalização dos fatos experimentais.

Postulados da Relatividade Especial

Primeiro Postulado: “As leis da Física devem ser exatamente as mesmas se descritas por observadores em diferentes referenciais inerciais. Não existe um referencial inercial privilegiado (referencial absoluto)”.

Segundo Postulado ou postulado da velocidade da luz: “A velocidade da luz no vácuo tem o mesmo valor em todas as direções e em todos os referenciais inerciais (a velocidade da luz é independente da velocidade da fonte)”.

DILATAÇÃO DO TEMPO

$\Delta t = \frac{\Delta t_p}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $\Delta t > \Delta t_p$	<p>Δt_p = intervalo de tempo próprio, tempo decorrido pela pessoa no espaço, medirá um tempo menor.</p> <p>Δt = intervalo de tempo, tempo decorrido pela pessoa na Terra</p> <p>c = velocidade da luz (aproximadamente $3,0 \cdot 10^8$ m/s)</p>
--	--

Inicie a aula fazendo uma breve recapitulação do que foi abordado na aula anterior, com o objetivo de ajudar os alunos a se situarem e se prepararem para o tópico do dia. Em seguida, apresente os conceitos fundamentais dos postulados da Teoria da Relatividade Especial, explicando de forma clara e concisa seus princípios básicos.

Depois de estabelecer uma compreensão sólida dos postulados, o professor avançará para o tópico específico da Dilatação do Tempo, detalhando como esse fenômeno ocorre de acordo com a Teoria da Relatividade Especial. Deverá ser fornecidos exemplos e ilustrações para tornar o conceito mais acessível aos alunos. Para concluir a aula de forma envolvente e visual, o professor utilizará o vídeo relacionado ao tema, “O paradoxo dos gêmeos explicado” do canal “Ciência todo Dia” e uma discussão do assunto, disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=98OvQpOkOIU>>. Após a apresentação do vídeo o professor continua a aula aplicando o questionário III.

Tempo de duração da atividade: 1 aula de 50 min.

Se os slides fornecidos forem adequados para você, utilize-os como base, podendo ser realizado ajustes conforme sua necessidade para torná-los mais alinhados com sua dinâmica de aula.



TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA

Considere um vagão em Movimento Retilíneo Uniforme (M.U.) e uma esfera assentada sobre uma plataforma, ambos contidos no interior do referido vagão.

A primeira lei de Newton (Princípio da Inércia), afirma que um objeto permanecerá em seu estado de repouso ou movimento retilíneo uniforme, a menos que seja submetido à ação de uma força externa não equilibrada.

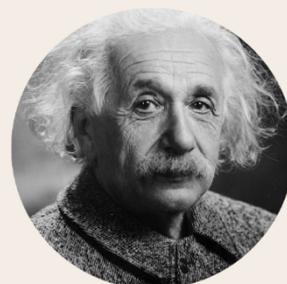


Nessas circunstâncias um referencial dentro do vagão é considerado inercial, pois dentro dele as leis da física, exemplificadas pelo princípio da inércia, permanecem válidas. Consequentemente, a bola, em relação a este referencial, estará em repouso.

TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA

Um referencial é caracterizado como inercial se as leis físicas, como a primeira lei de Newton (ou qualquer outra lei física), são válidas nele. Referenciais inerciais são aqueles que se movem em relação uns aos outros com velocidade constante.

Postulado: é uma afirmação fundamental que não pode ser logicamente demonstrada. No contexto da Física, o postulado emerge da generalização dos fatos experimentais.



OS POSTULADOS DE EINSTEIN

1º Postulado: As leis da Física são as mesmas, expressas por equações que têm a mesma forma, em qualquer referencial inercial. Não existe um referencial inercial privilegiado.

2º Postulado: A velocidade da luz no vácuo tem o mesmo valor c ($c \cong 300.000 \text{ km/s}$) em relação a qualquer referencial inercial.

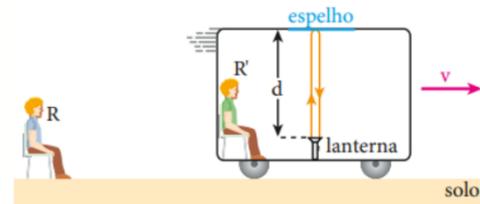
TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA

Ao explorar o conceito de tempo, Einstein demonstrou que a noção de simultaneidade, ou seja, eventos ocorrendo em diferentes locais ao mesmo tempo, é relativa. Consequentemente, o que é considerado simultâneo para um observador pode não ser simultâneo para outro observador que está em movimento em relação ao primeiro, portanto, uniformidade de nossa percepção de espaço e tempo decorre do fato de estarmos todos nos movendo a uma mesma velocidade relativa uns em relação aos outros.

Conforme os observadores se deslocam em velocidades extremamente distintas (próxima a velocidade da luz), o conceito de tempo não permanece simultâneo entre eles, divergindo para cada um. Einstein demonstrou que a abordagem da mecânica clássica de Newton para certos conceitos não se mantinha válida em determinadas circunstâncias.

TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA

- **Primeiro evento:** a lanterna emitindo o pulso de luz.
 - **Segundo evento:** o pulso de luz chegando de volta à lanterna.
- Vamos analisar o intervalo de tempo, decorrido entre esses dois eventos, em relação a dois referenciais assim definidos:



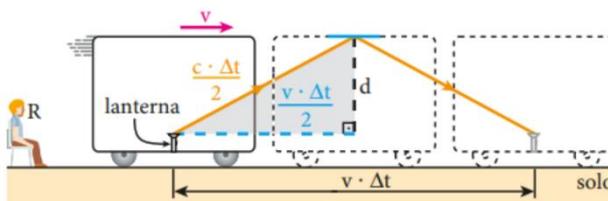
Então, lembrando que $v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$, em relação a R' podemos escrever:

$$c = \frac{2d}{\Delta t'} \Rightarrow \Delta t' = \frac{2d}{c}$$

Do ponto de vista do referencial R' , a luz faz o trajeto indicado na figura, propagando-se com velocidade c e percorrendo a distância $2d$ durante o intervalo de tempo $\Delta t'$.

TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA

Do ponto de vista de R , nesse trajeto, a luz, também com velocidade c (não depende do referencial), percorreu durante um intervalo de tempo Δt a distância $c \cdot \Delta t$ ($\Delta s = v_{\text{luz}} \cdot \Delta t = c \cdot \Delta t$): $\frac{c \cdot \Delta t}{2}$ na ida e $\frac{c \cdot \Delta t}{2}$ na volta. Enquanto isso, R viu o vagão, com velocidade v , se deslocar $v \cdot \Delta t$.



$$\begin{aligned} \left(\frac{c \cdot \Delta t}{2}\right)^2 &= d^2 + \left(\frac{v \cdot \Delta t}{2}\right)^2 \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{c^2 \cdot \Delta t^2}{4} &= d^2 + \frac{v^2 \cdot \Delta t^2}{4} \Rightarrow \\ \Rightarrow c^2 \cdot \Delta t^2 &= 4d^2 + v^2 \cdot \Delta t^2 \Rightarrow \\ \Rightarrow (c^2 - v^2) \Delta t^2 &= 4d^2 \Rightarrow \Delta t^2 = \frac{4d^2}{c^2 - v^2} \Rightarrow \\ \Rightarrow \Delta t^2 &= \frac{4d^2}{c^2 \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)} \Rightarrow \Delta t^2 = \frac{2d}{\Delta t'} \cdot \frac{2d}{c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \end{aligned}$$

Como $\frac{2d}{c} = \Delta t'$, temos:
$$\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA

$$\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Como a expressão $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ é menor do que 1, concluímos que Δt é **maior** que $\Delta t'$.

$\Delta t'$ = intervalo de tempo próprio, tempo decorrido pela pessoa em R' , medirá um tempo menor.

Δt = intervalo de tempo, tempo decorrido pela pessoa em R

c = velocidade da luz (aproximadamente $3,0 \cdot 10^8$ m/s)

Exemplo:

Considerando a situação anterior, suponha que um relógio, no pulso de R' , registre, entre dois eventos quaisquer ocorridos dentro do vagão, um intervalo de tempo $\Delta t' = 12$ minutos e que a velocidade do vagão seja $v = 0,8c$ (80% da velocidade da luz no vácuo).

Vamos então calcular quanto tempo registra, entre esses eventos, um relógio no pulso de R :



IRREVERSIBILIDADE DO TEMPO

A irreversibilidade do tempo implica que o tempo avança em uma única direção e não pode retroceder, indo do passado para o futuro. Isso sugere que eventos passados não podem ser desfeitos ou alterados, e que o futuro permanece incerto e não pode ser previsto com certeza absoluta. A irreversibilidade do tempo está intimamente ligada à segunda lei da termodinâmica, que estipula que a entropia de um sistema fechado sempre aumenta com o tempo. Esse aumento da entropia implica que os sistemas não podem retornar completamente a um estado de menor entropia, o que reforça a ideia de irreversibilidade do tempo.

Na física, a "flecha do tempo" denota a direção irreversível do tempo, fluindo do passado para o futuro e determinando a sequência dos eventos. Assim, os eventos físicos estão intrinsecamente ligados a ocorrer em uma direção específica do tempo, conhecida como a flecha do tempo. Essa concepção é importante para a compreensão de vários fenômenos, incluindo a entropia, o envelhecimento e a irreversibilidade dos processos termodinâmicos.

IRREVERSIBILIDADE DO TEMPO



REFERÊNCIAS

REFERÊNCIA

HELOU, Ricardo; JOSÉ, Gualter; VILLAS, Newton. Física 1: Mecânica.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física, volume 1: mecânica. Tradução Ronaldo Sérgio de Biasi, Rio de Janeiro, LTC, 2012.

MARTINS, André Ferrer P.; ZANETIC, João. Tempo: esse velho estranho conhecido. Ciência e Cultura, v. 54, n. 2, p. 41-44, 2002.

Em seguida, após o término da aula expositiva e dialogada inicia-se a aplicação do terceiro questionário, imprima e entregue um para cada um dos alunos, essa atividade deve ser dada em uma aula, onde os alunos irão respondê-lo de forma individual, mas claro, o professor poderá adaptá-lo conforme suas necessidades e intenções, uma vez que compreendeu a proposta de nossa sequência didática.

Depois de coletar os questionários preenchidos, você deverá revisá-los para avaliar o nível de compreensão dos alunos em relação ao conteúdo apresentado na aula.

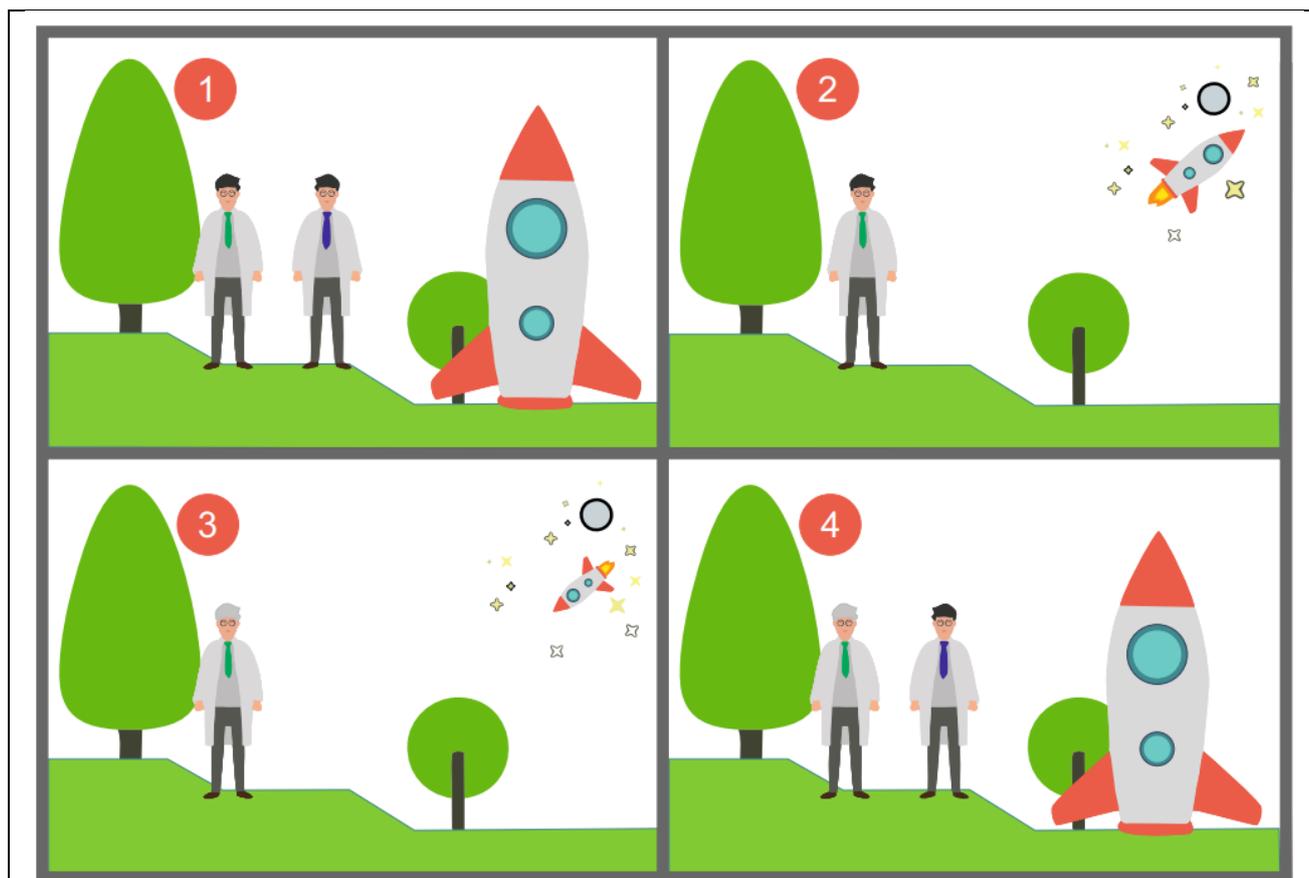
Isso o ajudará a identificar áreas que podem precisar de mais atenção ou reforço nas próximas etapas da sequência didática. Lembre-se de que a capacidade de adaptar as atividades de acordo com as necessidades da sua turma permite que você otimize o processo de aprendizagem e ajude seus alunos a alcançarem um melhor entendimento do conteúdo.

Tempo de duração da atividade: 1 aula de 50 min.

Imprima uma atividade para cada estudante.

QUESTIONÁRIO III

1 – O paradoxo dos gêmeos é um experimento mental que ilustra os efeitos da relatividade do tempo na Teoria da Relatividade Restrita de Einstein, onde dois irmãos gêmeos (quadro 01), um deles permanece na Terra enquanto o outro viaja pelo espaço em uma nave espacial próxima à velocidade da luz (quadro 02). Quando o irmão que viajou retorna à Terra (quadro 03), ele terá envelhecido menos do que o irmão que permaneceu na Terra (quadro 04). Isso ocorre devido à dilatação do tempo, que faz com que o tempo pareça passar mais devagar para o irmão que viaja próximo à velocidade da luz. Existe a possibilidade de um ficar mais velho que o outro de acordo com a Teoria da Relatividade Restrita?



2 – De acordo com a questão anterior o que é dilatação do tempo na Teoria da Relatividade Restrita?

3 - Dois irmãos gêmeos decidem realizar um experimento. Um deles permanece na Terra enquanto o outro viaja pelo espaço em uma nave espacial próxima à velocidade da luz $0,8c$ por um período de 5 anos terrestres. Quando o irmão que viajou retorna à Terra, qual será a diferença de idade entre eles?

4 – (UPF 2017) Em relação à teoria da relatividade restrita, formulada por Einstein, é correto afirmar:

- f) Estuda os fenômenos relativos a referenciais inerciais.
- g) As leis da Física são diferentes quando mudamos de um referencial inercial para outro.
- h) Em um sistema de referência inercial, a velocidade da luz, medida no vácuo, depende da velocidade com a qual se move o observador.
- i) O tempo é uma grandeza absoluta.
- j) Os referenciais inerciais são referenciais que se movem, uns em relação aos outros, com velocidade variável.

5 – (UEPB-PB 2008) A relatividade proposta por Galileu e Newton na Física Clássica é reinterpretada pela Teoria da Relatividade Restrita, proposta por Albert Einstein (1879-1955) em 1905, que é revolucionária porque mudou as ideias sobre o espaço e o tempo, uma vez que a anterior era aplicada somente a referenciais inerciais. Em 1915, Einstein propôs a Teoria Geral da Relatividade válida para todos os referenciais (inerciais e não inerciais).

Ainda acerca do assunto tratado no texto, resolva a seguinte situação-problema: Considere uma situação “fictícia”, que se configura como uma exemplificação da relatividade do tempo.

Um grupo de astronautas decide viajar numa nave espacial, ficando em missão durante seis anos, medidos no relógio da nave.

Quando retornam a Terra, verifica-se que aqui se passaram alguns anos.

Considerando que c é a velocidade da luz no vácuo e que a velocidade média da nave é $0,8c$, é correto afirmar que, ao retornarem a Terra, se passaram:

- b) 20 anos b) 10 anos c) 30 anos d) 12 anos e) 6 anos

6 – (UDESC 2014) Com base na teoria da relatividade restrita, proposta por Albert Einstein, é correto afirmar que:

- f) As leis da Física não são as mesmas para quaisquer observadores situados em referenciais inerciais.
- g) Independentemente da velocidade da fonte luminosa ou do referencial, a velocidade de propagação da luz no vácuo é constante e igual a $c = 3 \times 10^8$ m/s. Portanto, conclui-se que a velocidade da luz é constante e igual a c em qualquer meio de propagação.
- h) Pelo princípio da simultaneidade conclui-se que dois observadores em movimento relativo farão observações contraditórias sobre um mesmo evento. Isso implica que um deles sempre estará errado e que se deve eleger, inicialmente, um referencial absoluto.
- i) A velocidade da luz no vácuo é uma velocidade limite, não podendo ser superada por nenhuma entidade capaz de transportar energia ou informação.
- j) Para descrever os eventos relativísticos um observador deverá utilizar sempre quatro coordenadas, duas espaciais e duas temporais.

AO PROFESSOR(A): 3ª ETAPA - 9º MOMENTO, QUESTIONÁRIO *PI* III

Professor(a), após uma breve revisão do conteúdo apresentado nessa etapa, inicie a aplicação do questionário *PI* III, seguindo rigorosamente os procedimentos estabelecidos pela abordagem, se necessário reveja na teoria o modo de aplicação dessa atividade. Isso garante que o questionário seja administrado de forma consistente e justa, proporcionando uma avaliação precisa do entendimento dos alunos em relação ao tema abordado na aula.

Os debates, a resposta inicial e final do Caso, as atividades, o questionário *PI* e a participação dos estudantes no decorrer da Sequência didática servirão como uma ferramenta para avaliar o progresso dos alunos e verificar o quanto eles assimilaram do conteúdo ministrado pelo professor durante a aula e na troca de informações com seus pares.

Tempo de duração da atividade: 1 aula de 50 min.

Imprima uma atividade para cada estudante.

QUESTIONÁRIO *PI* III

1 – A segunda Lei da Termodinâmica distingue o passado e o futuro?

() Certo () Errado

2 – Considerando o Estudo de Caso 1, o tempo na termodinâmica é mais próximo do tempo do devir heraclitiano?

() parmenídico () heraclitiano

3 – A “flecha do tempo” prevê apenas uma direção para o fluir do tempo, declara que são distintos o passado e o futuro.

() Certo () Errado

4 - (UFMA–2007) - Analise as proposições a seguir sobre os Princípios da Relatividade Restrita. Em seguida, marque a alternativa que indica as informações VERDADEIRAS.

A Teoria da Relatividade Restrita é válida para qualquer tipo de referencial.

II. A velocidade da luz no vácuo é constante, pois independe do movimento da fonte ou do referencial do observador.

III. A Teoria da Relatividade Restrita só é válida para velocidades muito menores que a velocidade da luz.

IV. A simultaneidade é relativa.

V. A Teoria da Relatividade Restrita diz que existe uma equivalência entre massa e energia, dada pela equação $E = mc^2$.

A) I – II – IV

B) II – IV – V

C) II – III – V

D) II – III – IV

E) I – IV – V

5 - (UFOP-MG) - Na figura são representadas duas naves N_1 e N_2 viajando em sentido contrário com velocidade 12.000 m/s e 10.000 m/s, respectivamente.



Medidas da velocidade da luz emitida pelo farol da nave N_2 e realizadas nas naves N_1 e N_2 , respectivamente, dão estes valores:

- a) 300.022.000 m/s e 300.000.000 m/s.
- b) 300.000.000 m/s e 300.000.000 m/s.
- c) 300.012.000 m/s e 299.990.000 m/s.
- d) 300.022.000 m/s e 299.990.000 m/s.

6 - De acordo com a Teoria da Relatividade Restrita proposta por Einstein, o tempo e o espaço são conceitos relativos e dependentes da posição e do movimento do observador. O autor propôs a ideia de que o tempo e o espaço estão interligados e formam uma estrutura única, conhecida como espaço-tempo. Essa perspectiva revolucionou a forma como a Física clássica enxergava o universo e trouxe importantes implicações para a ciência moderna.

() Certo () Errado

AO PROFESSOR(A): 4ª ETAPA - 10º MOMENTO – REVISÃO REALIZADA PELO PROFESSOR A PARTIR DO ORGANIZADOR EXPLICATIVO (MAPA CONCEITUAL), DISCUSSÃO E EXPLICAÇÃO PELOS ESTUDANTES

O Quadro 04 sintetiza a quarta etapa da sequência de ensino, apontando os objetivos que se pretende alcançar, o tempo para cumprir essa fase, e os conteúdos sobre o tempo estudados nessa etapa, assim como propondo a revisão dos estudos até aqui realizados.

Quadro 04: 4ª Etapa da sequência didática

4	10	- 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização do organizador explicativo (Mapa Conceitual) - Revisão ministrada pelo professor - Discussão e Explicação dos conteúdos estudados a partir do Mapa Conceitual pelos estudantes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Anotações advindas das observações do professor durante o a discussão e explicação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Meios para a medição do tempo. - Contagem do tempo. - Tempo Absoluto, tempo relativo - 2ª Lei da Termodinâmica - Flecha do tempo
---	----	-----------	--	---	--

Fonte: Elaboração própria, 2024

Inicia-se a aula com a apresentação do organizador explicativo (Mapa Conceitual) e o professor ministra uma revisão dos conteúdos estudados. Após isso, professor deverá entregar aos estudantes o mapa conceitual sobre o tempo que servirá de organizador explicativo para o estudante, dessa maneira, os discentes iniciam uma explicação sobre todos os conceitos abordados sobre o tempo, revisando todos o conteúdo estudado.

Disponibiliza-se o link⁴ para que o professor possa utilizar-se do Mapa Conceitual em suas dimensões A3.

Tempo de duração da atividade: 2 aulas de 50 min.

Entregue uma folha para que cada estudante possa realizar o texto pedido.

⁴ https://drive.google.com/file/d/1Xjsq-a_1mmjh5_xpqsYk0jxGSPbXLmDy/view?usp=sharing

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. *Caderno brasileiro de ensino de física. Florianópolis. Vol. 30, n. 2 (ago. 2013), p. 362-384, 2013.*
- BARBOSA, Eduardo Fernandes; DE MOURA, Dácio Guimarães. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. *Boletim Técnico do Senac*, v. 39, n. 2, p. 48-67, 2013.
- BERBEL, Neusi Aparecida Navas. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências sociais e humanas*, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.
- DOLZ, J. Sequências Didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. In:(Ed.). *Gêneros orais e escritos na escola*. Coleção as faces da linguística aplicada. Campinas, SP: Mercado das Letras, p. 95-128, 2004.
- FRANCO, Donizete Lima. A importância da sequência didática como metodologia no ensino da disciplina de física moderna no ensino médio. *Revista triângulo*, v. 11, n. 1, p. 151-162, 2018.
- HERREID, Clyde Freeman. What makes a good case? Some Basic Rules of Good Storytelling Help Teachers Generate Student Excitement in the Classroom. *Journal of college Science Teaching*, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.
- LASRY, Nathaniel; MAZUR, Eric; WATKINS, Jessica. Peer instruction: From Harvard to the two-year college. *American journal of Physics*, v. 76, n. 11, p. 1066-1069, 2008.
- LINHARES, M.P.; REIS, E.M. Educando Jovens e Adultos para a Ciência com Tecnologias Estudos de caso como estratégia de ensino na formação de professores de física. *Ciência e Educação*, v.14, n.3, p. 555-74, 2008.
- MAZUR, Eric, *Peer Instruction: A User's Manual* (Prentice Hall, Inc., Upper Saddle River, 1997).
- MOREIRA, Marco A. Mapas conceituais e diagramas V. *Porto Alegre: Ed. do Autor*, v. 103, 2006.
- MOREIRA, Marco A. Organizadores Prévios e Aprendizagem Significativa. *Revista Chilena de Educación Científica*, ISSN 0717-9618, Vol. 7, N° 2, 2008, pp. 23-30. Revisado em 2012.
- MOREIRA, Marco A. *Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências: A Teoria da Aprendizagem significativa*. Instituto de Física, UFRGS. 2009 (2ª edição revisada em 2016) Porto Alegre.
- MOREIRA, Marco António. Aprendizagem significativa crítica (critical meaningful learning). *Teoria da Aprendizagem significativa*, v. 47, 2000.

MOREIRA, Marco Antonio. Mapas conceituais e aprendizagem significativa (concept maps and meaningful learning). *Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, digramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas*, v. 41, 2012.

MOREIRA, Marco Antonio.; MASINI, Elcie Aparecida Fortes Salzano. *Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro, 2001.

NOVAK, Joseph D.; CAÑAS, Alberto J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. *Práxis educativa*, v. 5, n. 01, p. 09-29, 2010.

NUNES, Ana Ignez Belém Lima; SILVEIRA, Rosemary do Nascimento. *Psicologia da aprendizagem*. 3. ed. rev. – Fortaleza: EdUECE, v. 9, n. 3, 2015.

REGO, T. C. *Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação*. 7 ed. Petrópolis, Vozes, p. 138, 1995.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. *Estudo de caso no ensino de química*. 2. ed. Campinas: Átomo, 2010.

SÁ, Luciana Passos; QUEIROZ, Salette Linhares. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 12, n. 2, p. 279-280, 2010.

ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA FLUMINENSE -
IFFLUMINENSE**



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: PROPOSTA DIDÁTICA A PARTIR DA DIFERENCIAÇÃO PROGRESSIVA DO CONCEITO DE TEMPO COM UTILIZAÇÃO DE ESTUDOS DE CASOS E PEER INSTRUCTION

Pesquisador: MARLON RAFAEL JORDAO VIANA DOS SANTOS

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 69941923.0.0000.0298

Instituição Proponente: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense Campos-

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.656.685

Apresentação do Projeto:

A pesquisa é um projeto de dissertação apresentado ao programa de Pós-graduação do IFFluminense, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF) e traz o seguinte questionamento: "Como que a proposta didática a partir da diferenciação progressiva do tempo com utilização de ECs e Peer Instruction pode contribuir para a aprendizagem de temas relativos ao conceito do Tempo e oferecer apoio ao docente do ensino médio?"

O autor relata que "Muitos estudantes têm dificuldades em relacionar as atividades dispostas nas aulas de Física com situações da vida real, devido suas limitações em realizar abstrações durante as explicações realizadas pelos professores." e explica que "A presente pesquisa se justifica diante do contexto do ensino de Física onde é uma prática comum ministrar aulas começando por conceitos mais específicos até alcançar conceitos mais gerais, opondo-se a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) proposta por Ausubel, onde conceitos de [sic] mais gerais tendem a possuir uma maior conexão com os conhecimentos prévios dos discentes."

O pesquisador diz, ainda, que o estudo "[...]" busca propor uma estratégia didática diferenciada a partir do tempo como um conceito mais geral na física e utilizando da diferenciação progressiva para relacionar aos estudos de conceitos mais específicos. Dessa forma, pretende-se abordar esse

Endereço: Campos Guarus - Av. Souza Mota, 350 - Bloco G 3º - Pavimento - Parque Fundão
Bairro: Parque Fundão **CEP:** 28.060-010
UF: RJ **Município:** CAMPOS DOS GOYTACAZES
Telefone: (22)2737-5607 **Fax:** (22)99893-6281 **E-mail:** cep@iffl.edu.br

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA FLUMINENSE -
IFFLUMINENSE**



Continuação do Parecer: 6.656.685

tema em sala de aula complementando o ensino habitual e buscando contribuir para aprendizagem de importantes conteúdos em Física.”

Quanto à classificação da pesquisa, o autor explica que é qualitativa e tem como base um estudo de caso descritivo/interpretativo.

O estudo será realizado com uma turma do 1º Ano do Ensino Médio de uma escola estadual da cidade de Cachoeiro de Itapemirim-ES e que “A escola atende quatro turmas de 1º Ano do Ensino Médio, contemplando aproximadamente 160 estudantes nessa etapa, onde cada turma possui cerca de 40 alunos matriculados.” Ainda sobre a seleção dos participantes, o autor diz que “O critério de inclusão da turma, que será selecionada pela escola e pelo professor titular, é pertencer ao 1º ano do Ensino Médio, além de considerar que acontecerá a primeira utilização do material junto aos alunos, assim, será escolhido o grupo com menos estudantes, indicada pelo professor titular e por não apresentar nenhum impedimento, permitindo, assim, um maior controle e acompanhamento dos participantes, facilitando a coleta de dados e o registro de informações relevantes.”

Quanto aos critérios de exclusão o autor apresenta as seguintes condições: i) “caso um participante manifeste comportamento inadequado ou prejudicial ao contexto de aprendizagem, como prática intimidatória, discriminação, falta de consideração ou qualquer modalidade de conduta inapropriada [...]” e ii) “se um participante evidenciar ausência de interesse, motivação ou comprometimento substancial na sequência pedagógica, isso pode comprometer a fidedignidade dos resultados.”

O autor explica que a pesquisa poderá ser suspensa nos seguintes casos: i) se forem identificados riscos à segurança física ou emocional os participantes; ii) se os princípios éticos forem violados; iii) se a pesquisa for conduzida de maneira inconsistente com as normas e regulamentações estabelecidas pela instituição de ensino ou pelos órgãos reguladores ou iv) se forem verificados resultados que possam colocar em risco a validade e confiabilidade dos dados.

De acordo com pesquisador “O convite aos alunos para participarem da pesquisa será efetuado mediante um encontro presencial no qual o pesquisador, em conjunto com a gestora e o professor titular, convidará os estudantes, entregando-lhes os Termos de Autorização Livre e Esclarecida

Endereço: Campos Guarus - Av. Souza Mota, 350 - Bloco G 3º - Pavimento - Parque Fundão
Bairro: Parque Fundão **CEP:** 28.060-010
UF: RJ **Município:** CAMPOS DOS GOYTACAZES
Telefone: (22)2737-5607 **Fax:** (22)99893-6281 **E-mail:** cep@ifff.edu.br

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA FLUMINENSE -
IFFLUMINENSE**



Continuação do Parecer: 6.656.685

(TALE) e Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) impressos.”

O autor diz que “Adotou-se como instrumentos de coleta de dados da pesquisa a entrevista com os alunos, questões do Estudo de Caso, atividades de sala de aula e atividades de PI com análise dos resultados que serão explorados pela técnica de análise de conteúdo de Bardin.”

O pesquisador explica que os participantes realizarão leituras de Estudo de Caso e participarão de um debate mediado pelo docente, em que “[...]terão a oportunidade de manifestar suas concepções em relação à indagação apresentada em cada Estudo de Caso. Em seguida, será realizada uma aula expositiva e dialogada do conteúdo, em que o docente debaterá com os discentes sobre o referido conteúdo e sua atual apresentação, possivelmente em conflito com suas respostas iniciais. [...] a resposta ao questionário para obtenção do conhecimento prévio deverá ocorrer durante o período de uma aula de 50 minutos. Logo após, os estudantes serão solicitados a responder uma lista de atividades relacionadas ao tema, utilizando o formato PEER INSTRUCTION. [...]Uma fase subsequente do estudo compreende as indagações às quais os discentes fornecerão respostas de forma individualizada, onde são apresentadas atividades elaboradas pelos pesquisadores, as quais estabelecem conexões entre o conteúdo abordado e a realidade cotidiana dos alunos [...]. Na última fase, os discentes terão acesso a uma palestra online disponibilizada no YouTube, seguida pela análise de um esquema conceitual elaborado pelos pesquisadores [...]. Após a conclusão dessa etapa referente ao conteúdo lecionado, os estudantes serão submetidos a uma entrevista escrita, por meio da qual responderão individualmente às questões presentes nessa atividade, expressando suas percepções sobre a experiência de participar e estudar através desse método. [...] a resposta à entrevista escrita deverá ocorrer durante o período de uma aula de 50 minutos.”

Segundo o pesquisador, para a implementação da intervenção didática “[...] será elaborado um material a ser utilizado pelo professor e em sua composição encontram-se as atividades compostas por roteiros que permitirão ao docente beneficiar-se do método de aprendizagem ativa - o PI - na abordagem sobre como o Tempo é estudado nos conteúdos de Física do Ensino Médio.” O pesquisador esclarece que “O material construído terá como objetivo fornecer uma abordagem conceitual sobre o Tempo abordado nos conteúdos de Física durante o Ensino Médio, abrangendo conceitos fundamentais relacionado a grandeza Tempo, como unidades de medida, estudos das equações horárias das posições, velocidade, aceleração, além de viabilizar exemplos relevantes do

Endereço: Campos Guarus - Av. Souza Mota, 350 - Bloco G 3º - Pavimento - Parque Fundão
Bairro: Parque Fundão **CEP:** 28.060-010
UF: RJ **Município:** CAMPOS DOS GOYTACAZES
Telefone: (22)2737-5607 **Fax:** (22)99893-6281 **E-mail:** cep@ifl.edu.br

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA FLUMINENSE -
IFFLUMINENSE**



Continuação do Parecer: 6.656.685

cotidiano.” e que o processo será conduzido “[...] com 1 momento semanal, totalizando 10 momentos com 2 aulas em cada encontro, com um total de 20 aulas até o término, com cada aula possuindo 50 minutos de duração.”

Quanto à proposta de intervenção didática, o autor estabelece quatro etapas: 1. aplicação de um questionário para análise dos conhecimentos prévios dos estudantes, “[...] esclarecimento do PI, aplicação do EC, apresentação de algumas medições do tempo como calendários, relógio e a curiosidade do ano bissexto.”; 2. discussão sobre “[...] a visão absoluta de tempo de Newton e em contradição a perspectiva de Leibniz e Mach. Apresenta-se as funções horárias do espaço para os movimentos retilíneos e uniforme e movimentos retilíneos uniformemente variados.”; 3. discussão sobre passado, presente e futuro, a irreversibilidade do tempo e a flecha do tempo; 4. apresentação de vídeo da “[...] palestra “Quanto tempo o tempo tem” da professora DANIELA PAVANI do Instituto de Física da UFRGS [...]. Será entregue aos estudantes um mapa conceitual contendo as etapas trabalhadas em sala de aula que servirá de organizador explicativo, fornecendo uma apresentação clara e coerente, facilitando o entendimento do conteúdo estudado.”

Considerando o cronograma apresentado, a pesquisa compreende as seguintes etapas: levantamento bibliográfico; definição do tema e objetivos; escrita do projeto; preparação do material; defesa do projeto; preparação do material para aplicação; aplicação; escrita da dissertação e defesa da dissertação.

Sobre o método da análise de conteúdo, o autor diz que será feito o uso da técnica de Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2011), que “[...] compreende três fases essenciais para a análise de dados: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados - inferência e interpretação.”

O autor reforça que busca, com o material didático/produto educacional, “[...]incentivar o aluno em seu protagonismo na busca do saber, utilizando-se de estratégias de aprendizagem ativa para que ele se perceba no papel de construtor de sua própria aprendizagem, ao colocá-lo no centro deste processo ativo o estudante deixa de ser apenas um receptor na sua antiga posição passiva e se permite atuar de forma ativa nos problemas apresentados aplicando seus conhecimentos.”

Endereço: Campos Guarus - Av. Souza Mota, 350 - Bloco G 3º - Pavimento - Parque Fundão
Bairro: Parque Fundão **CEP:** 28.060-010
UF: RJ **Município:** CAMPOS DOS GOYTACAZES
Telefone: (22)2737-5607 **Fax:** (22)99893-6281 **E-mail:** cep@ifl.edu.br

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA FLUMINENSE -
IFFLUMINENSE**



Continuação do Parecer: 6.656.685

O autor diz que espera “[...] que o estudante perceba a importância da compreensão da natureza do tempo na Física, assim como saber utilizar o calendário e suas subdivisões, as ocorrências dos anos bissextos, as medições do tempo em relógios, e a forma como Newton conceituou o tempo, inclusive utilizar funções horárias para resolver problemas e passar a conhecer as unidades de medidas utilizada [sic] no Sistema Internacional para essa grandeza e algumas outras. Por fim, espera-se que o estudante seja capaz de compreender os postulados da Teoria da Relatividade, assim como realizar cálculos relacionados a dilatação temporal.”

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo geral proposto no projeto detalhado é: “verificar como a diferenciação progressiva, apoiadas em atividades que utilizam ECs e Peer Instruction, pode contribuir com a aprendizagem dos conceitos relacionados ao Tempo dentro das perspectivas trabalhadas no ensino médio.”

São traçados pelo pesquisador os seguintes objetivos específicos: “realizar uma revisão de literatura sobre, TAS, teoria sociointeracionista, metodologia ativa, EC, Peer Instruction, e o tempo no ensino de Física; elaborar três ECs para constituir a proposta didática e que possibilite ao professor ministrar conteúdos de física relacionados ao tempo na Física do Ensino Médio; aplicar a proposta didática em uma turma do 1º ano do Ensino Médio; identificar e analisar como a proposta didática apresentada pode contribuir para o entendimento de temas relacionados ao tempo no Ensino Médio; apresentar a proposta didática como um produto educacional a ser utilizado pelos professores e alunos, com o intuito de que seja aplicada em seus contextos educacionais.”

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos e medidas de prevenção apresentados estão de acordo com o estudo proposto.

O autor apresenta adequadamente os benefícios do estudo aos participantes da pesquisa e à sociedade.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa traz uma reflexão importante sobre a dificuldade dos alunos não entenderem conceitos específicos, mas apresentarem facilidade em entenderem conceitos mais gerais, por se aproximarem mais dos seus conhecimentos prévios e do senso comum. E, baseando-se nessa

Endereço: Campos Guarus - Av. Souza Mota, 350 - Bloco G 3º - Pavimento - Parque Fundão
Bairro: Parque Fundão **CEP:** 28.060-010
UF: RJ **Município:** CAMPOS DOS GOYTACAZES
Telefone: (22)2737-5607 **Fax:** (22)99893-6281 **E-mail:** cep@iffl.edu.br

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA FLUMINENSE -
IFFLUMINENSE**



Continuação do Parecer: 6.656.685

percepção, o autor propõe atrair os alunos, partindo do conceito mais amplo (da grandeza tempo) para conceitos mais específicos, utilizando uma intervenção didática de metodologia ativa que vem apresentando estudos e resultados promissores.

O pesquisador informa o compromisso explícito de iniciar a pesquisa apenas após a aprovação do projeto pelo CEP.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

1. Folha de rosto devidamente preenchida e assinada.
2. Cronograma adequado ao desenvolvimento da pesquisa.
3. Orçamento adequado ao desenvolvimento da pesquisa.
4. O TALE e o TCLE atendem ao exposto nas Resoluções CNS Nº 510/2016 e Nº 466/2012.
5. Apresentação adequada da declaração da instituição proponente informando a existência de infraestrutura e recursos necessários ao desenvolvimento da pesquisa.
6. Apresentação adequada da declaração de anuência da instituição na qual a pesquisa será aplicada.
7. Apresentação adequada do termo que explicita a concordância do professor titular da turma para uso das aulas para realização da pesquisa.

Recomendações:

Não se aplicam.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Considerando o parecer nº 6.601.557, emitido em 26 de dezembro de 2023, verificou-se que o autor atendeu satisfatoriamente a todas as pendências apontadas.

Assim, diante do exposto, o colegiado do CEP-IFFluminense avalia o projeto como APROVADO.

Considerações Finais a critério do CEP:

Destaca-se a importância do envio, por meio de notificações, dos relatórios parciais e do relatório final, como determina a Resolução CNS Nº 466/2012 em seu item XI, bem como a comunicação de eventos adversos com os participantes da pesquisa. Alterações no projeto, como no cronograma, por exemplo, devem ser comunicadas por meio de emenda ao CEP, conforme orienta o manual do

Endereço: Campos Guarus - Av. Souza Mota, 350 - Bloco G 3º - Pavimento - Parque Fundão
Bairro: Parque Fundão CEP: 28.060-010
UF: RJ Município: CAMPOS DOS GOYTACAZES
Telefone: (22)2737-5607 Fax: (22)99893-6281 E-mail: cep@ifl.edu.br

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA FLUMINENSE -
IFFLUMINENSE**



Continuação do Parecer: 6.656.685

pesquisador (página 67). Ressalta-se, ainda, que "modificações substanciais no desenho do estudo, nas hipóteses, na metodologia e nos objetivos primários não podem ser consideradas emendas, devendo o pesquisador responsável submeter novo protocolo de pesquisa para ser analisado pelo Sistema CEP-CONEP." Além disso, informamos que pesquisas com etapa(s) em ambiente virtual (questionários on-line, por exemplo), devem observar o exposto na Carta Circular Nº 1 de 2021/CONEP/SECNS/MS.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2134941.pdf	10/01/2024 15:27:28		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_DETALHADO_MARLON_SANTOS.pdf	10/01/2024 15:26:47	MARLON RAFAEL JORDAO VIANA DOS SANTOS	Aceito
Parecer Anterior	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_6601557.pdf	10/01/2024 15:25:43	MARLON RAFAEL JORDAO VIANA DOS SANTOS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_MARLON_SANTOS.pdf	10/01/2024 15:24:24	MARLON RAFAEL JORDAO VIANA DOS SANTOS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_MARLON_SANTOS.pdf	10/01/2024 15:23:47	MARLON RAFAEL JORDAO VIANA DOS SANTOS	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TERMO_DE_COMPROMISSO_ETICO_DO_PESQUISADOR.pdf	30/11/2023 09:16:58	MARLON RAFAEL JORDAO VIANA DOS SANTOS	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO.pdf	30/11/2023 09:09:51	MARLON RAFAEL JORDAO VIANA DOS SANTOS	Aceito
Outros	TERMODECONCORDANCIAPROFESSOR1.pdf	30/11/2023 09:09:14	MARLON RAFAEL JORDAO VIANA DOS SANTOS	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	30/11/2023 09:08:33	MARLON RAFAEL JORDAO VIANA DOS SANTOS	Aceito
Declaração de concordância	DECLARACAODECONCORDANCIA1.pdf	30/11/2023 09:07:17	MARLON RAFAEL JORDAO VIANA DOS SANTOS	Aceito
Folha de Rosto	FOLHADEROSTO.pdf	11/05/2023	MARLON RAFAEL	Aceito

Endereço: Campos Guarus - Av. Souza Mota, 350 - Bloco G 3º - Pavimento - Parque Fundão
Bairro: Parque Fundão **CEP:** 28.060-010
UF: RJ **Município:** CAMPOS DOS GOYTACAZES
Telefone: (22)2737-5607 **Fax:** (22)99893-6281 **E-mail:** cep@ifl.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA FLUMINENSE -
IFFLUMINENSE



Continuação do Parecer: 6.656.685

Folha de Rosto	FOLHADEROSTO.pdf	17:07:17	JORDAO VIANA DOS SANTOS	Aceito
----------------	------------------	----------	----------------------------	--------

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CAMPOS DOS GOYTACAZES, 19 de Fevereiro de 2024

Assinado por:
DEBORAH ALVES HORTA
(Coordenador(a))

Endereço: Campos Guarus - Av. Souza Mota, 350 - Bloco G 3º - Pavimento - Parque Fundão
Bairro: Parque Fundão **CEP:** 28.060-010
UF: RJ **Município:** CAMPOS DOS GOYTACAZES
Telefone: (22)2737-5607 **Fax:** (22)99893-6281 **E-mail:** cep@ifl.edu.br