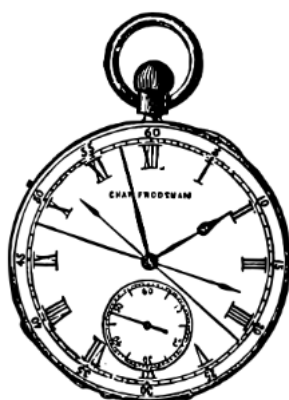
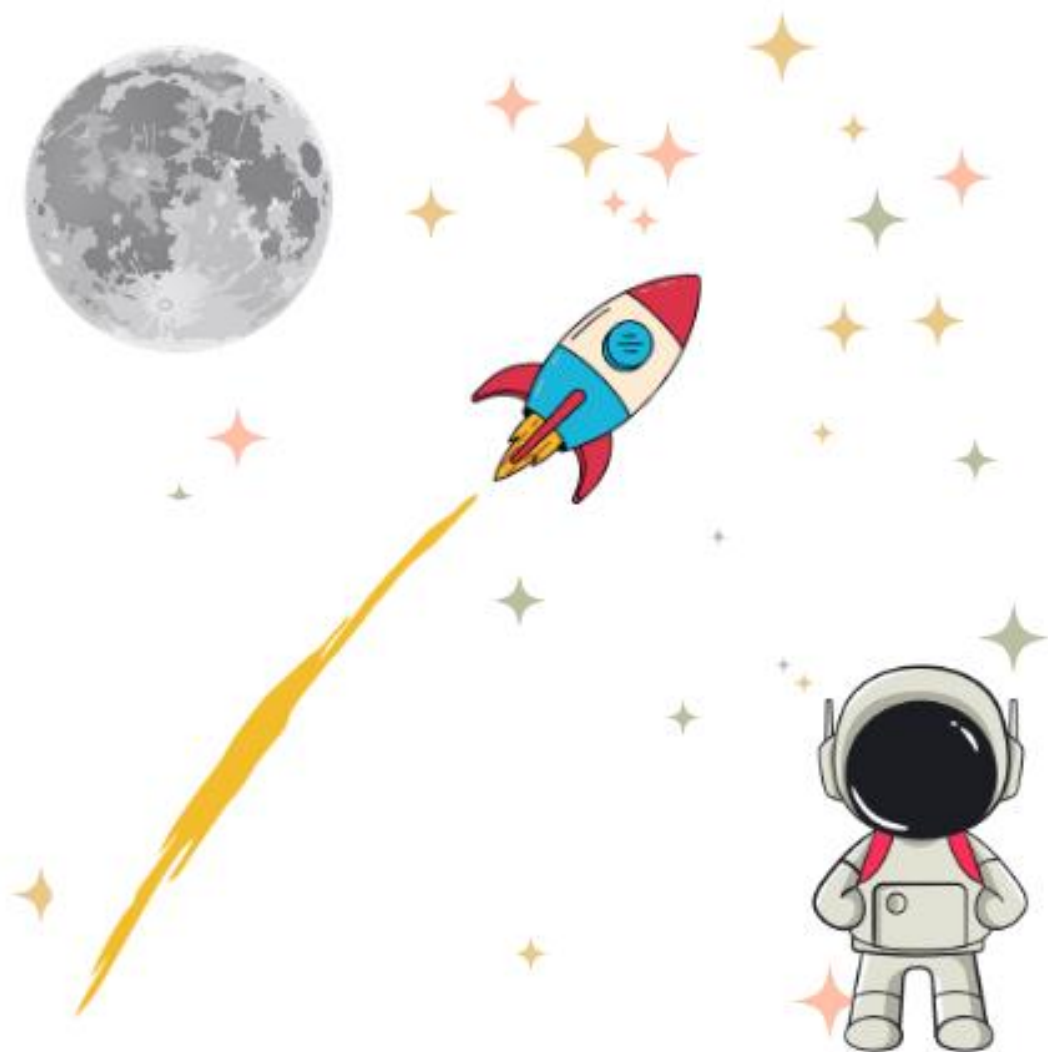


O TEMPO



**SEQUENCIA 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 “SEQUENCIA 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

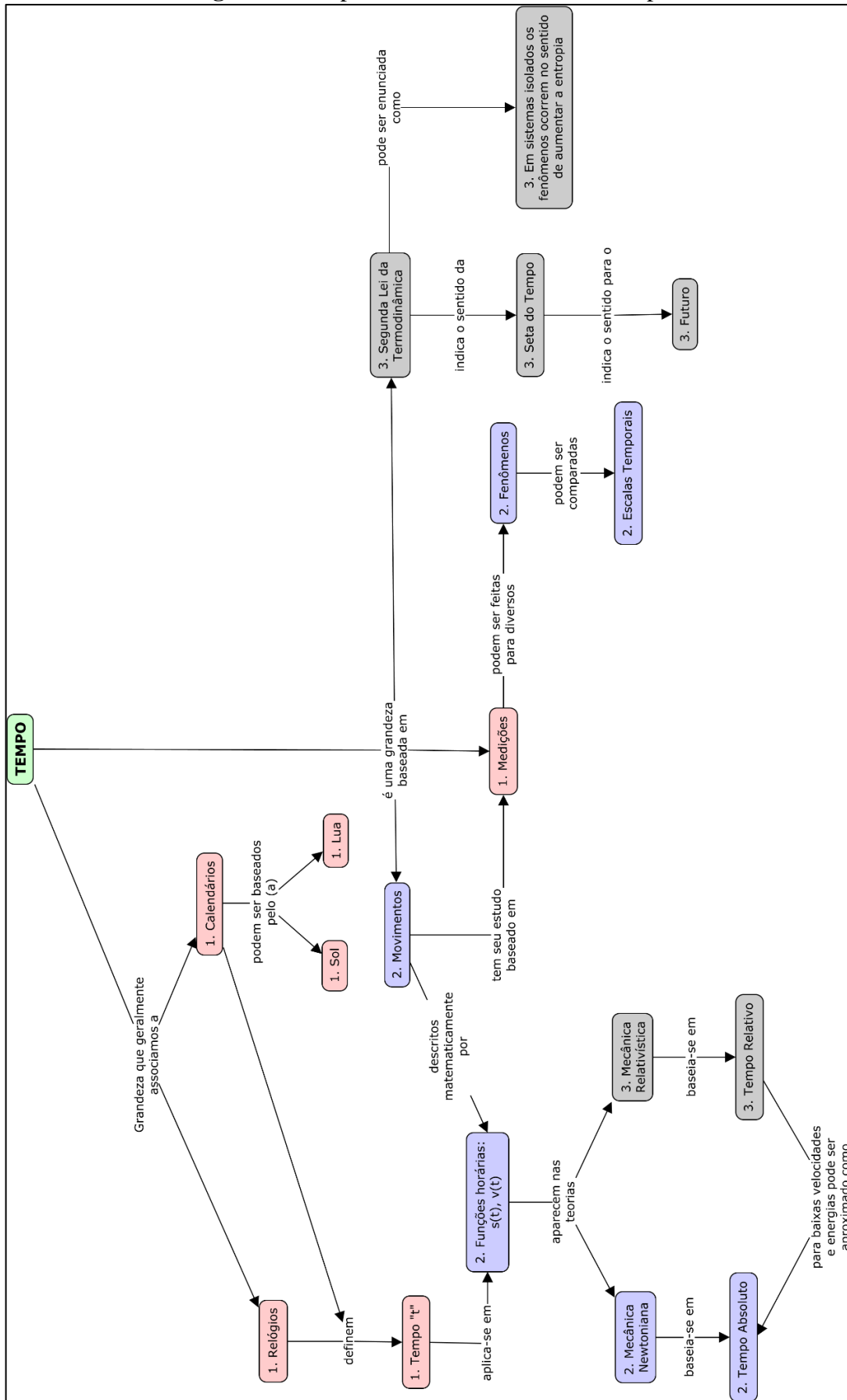
Os mapas conceituais são representações gráficas que organizam os conceitos hierarquicamente, geralmente usando círculos ou retângulos conectados por linhas que vão dos conceitos mais amplos e gerais no topo para os mais específicos abaixo. Eles são uma ferramenta visual que ajuda a relacionar e representar 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.

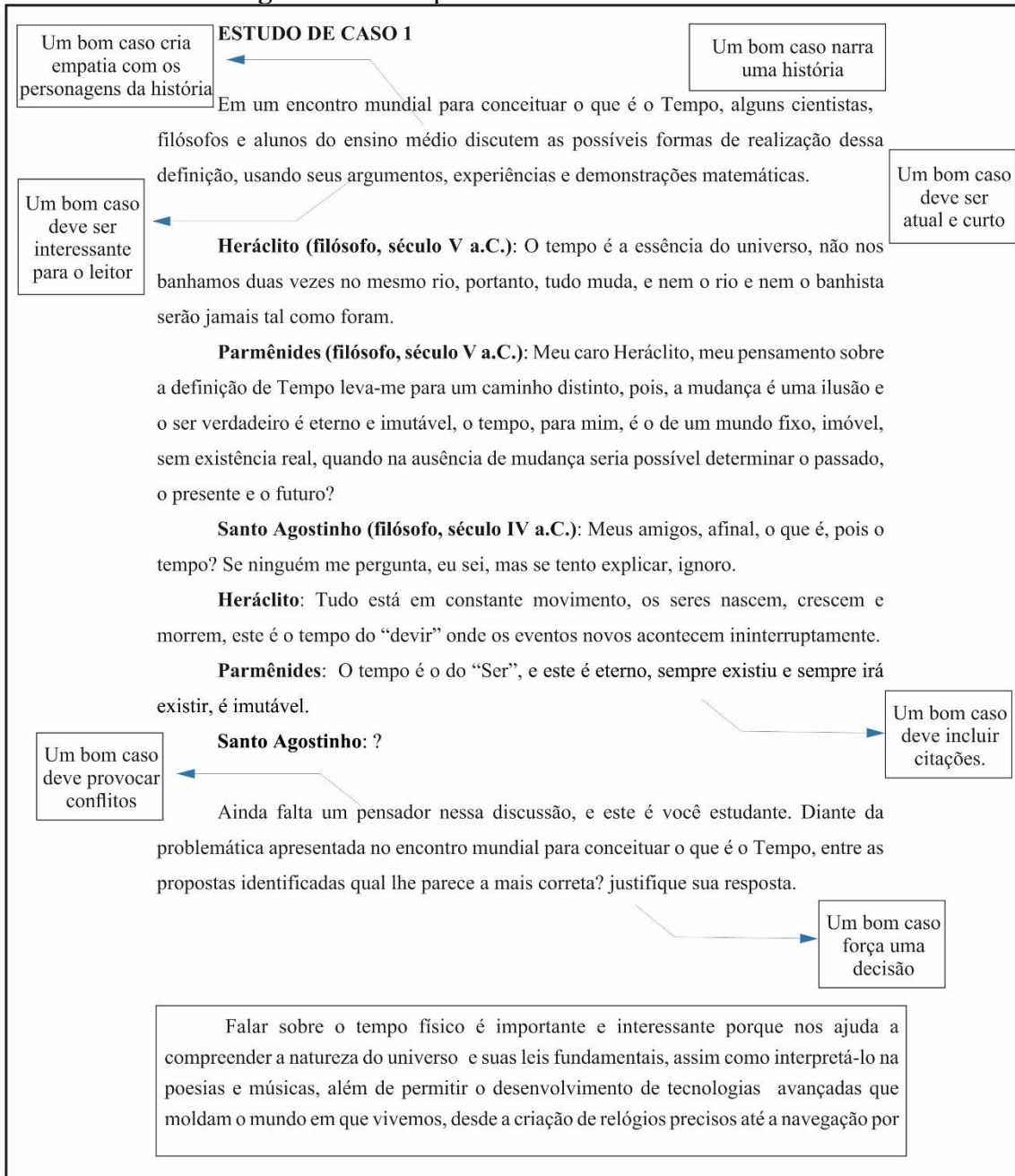
Os passos que seguimos em nossa Sequência Didática são consistentes com a abordagem proposta por Linhares e Reis (2008), que destacam três etapas fundamentais durante a implementação, sendo elas:

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



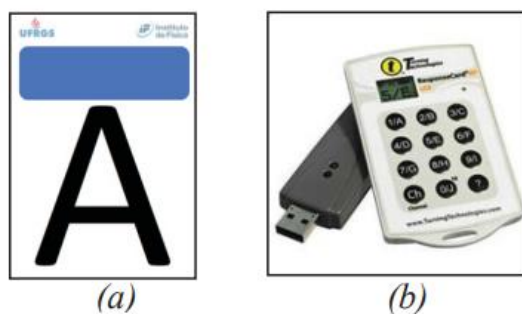
Fonte: Elaboração própria, 2024

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 o 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.

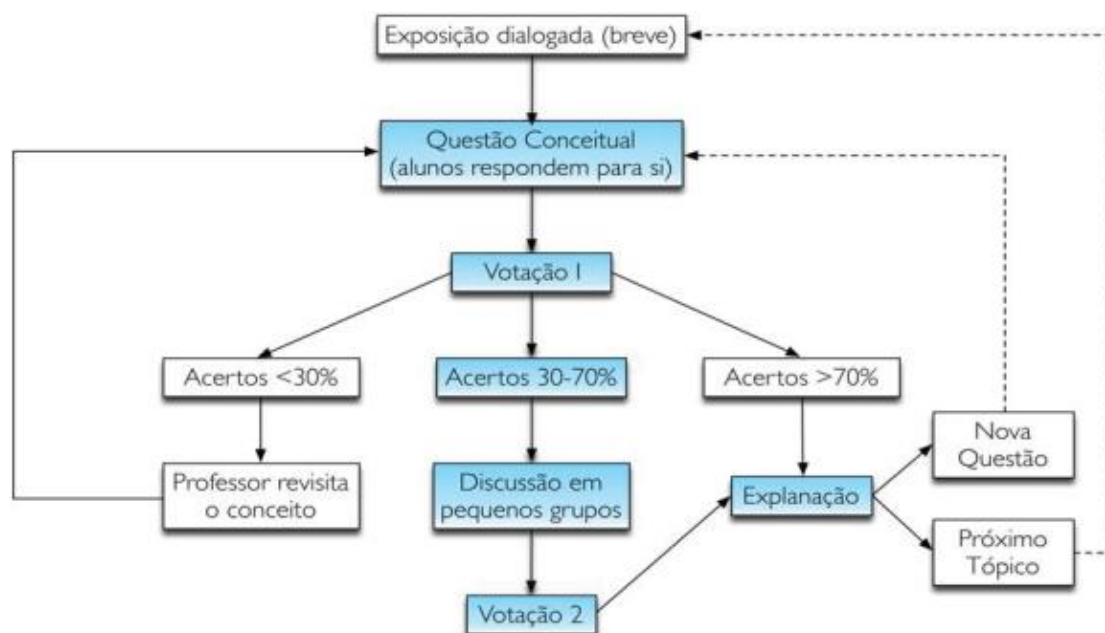
Passo 2: O professor apresenta uma questão de múltipla escolha, com opções pré-definidas que abrangem diferentes suposições. Os alunos têm apenas 2 a 3 minutos para responder à questão.

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

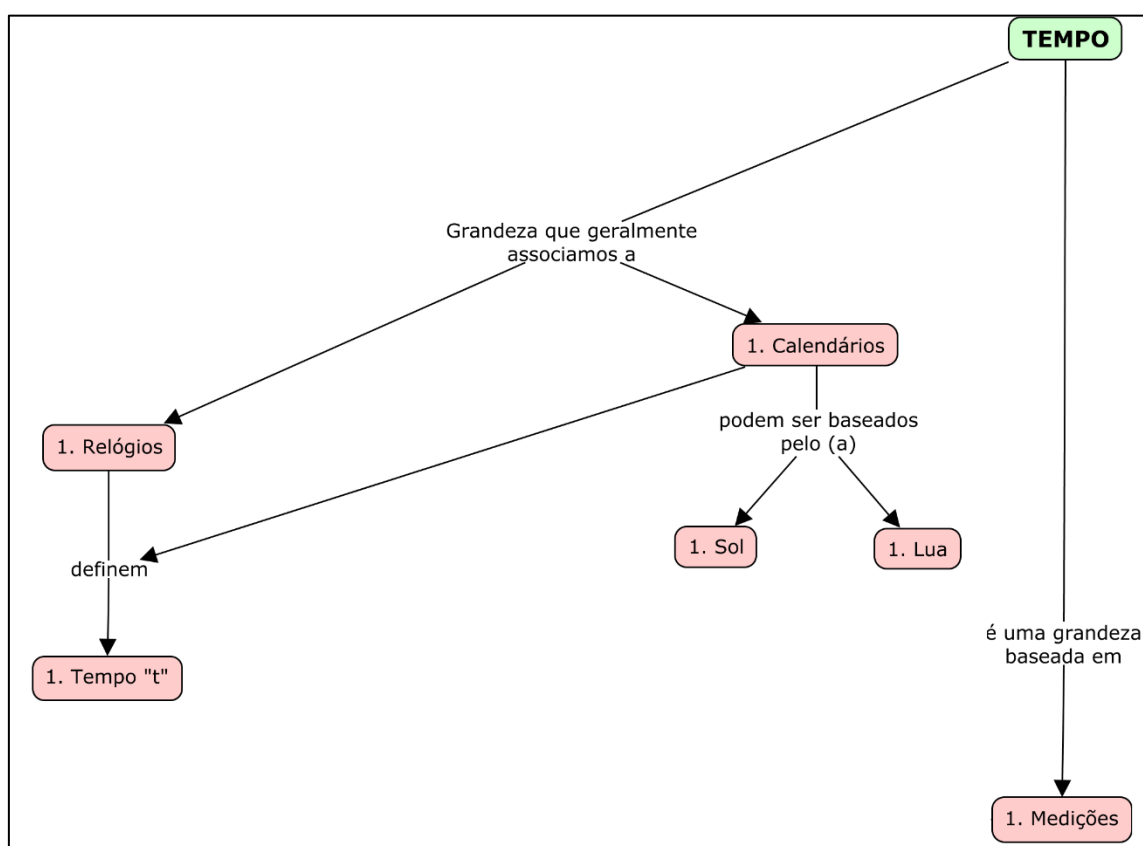
Fonte: Elaboração própria, 2024

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.

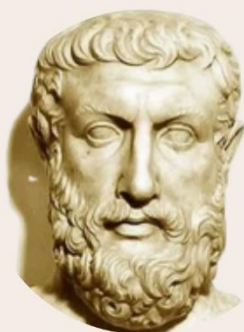


PARMÊNIDES

HERÁCLITO

MEDIÇÃO TEMPORAL

CALENDÁRIOS E RELÓGIOS



PARMÊNIDES CERCA
DE 530-460 A.C.

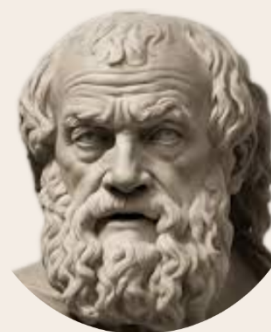
Conhecido por suas ideias sobre a natureza da realidade.

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.

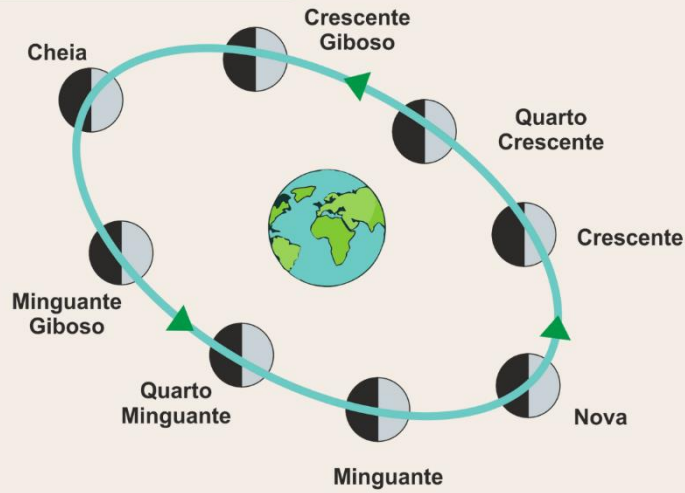
O **Calendário Romano** era estruturado em 365 dias, sobrando-se 6 horas, a solução encontrada foi acrescentar um dia a cada quatro anos, ficando o ano com 366 dias, o qual foi nomeado de ano Bissexto.

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

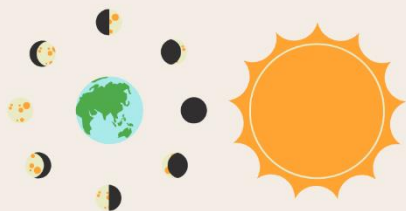
A Lua vista do hemisfério Sul



A Lua vista do hemisfério Norte



CALENDÁRIOS

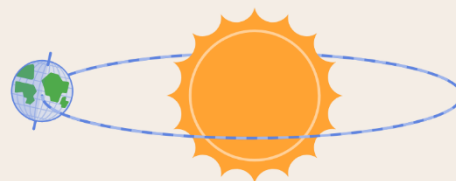


Os calendários solar, lunar e lunissolar são sistemas de medição do tempo que têm diferentes formas de acompanhar os ciclos naturais, como o movimento da Terra ao redor do Sol (ano solar) e a fase da Lua (mês lunar).

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

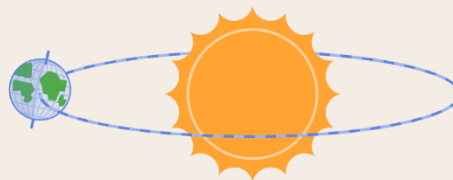
Características notáveis incluem:

Ano comum tem 365 dias e anos bissextos têm 366 dias (acréscimo de um dia extra a cada quatro anos).

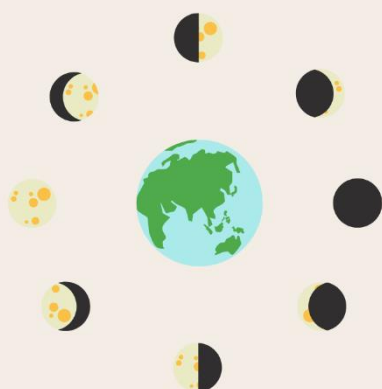
Os meses variam em comprimento de 28 a 31 dias.

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.

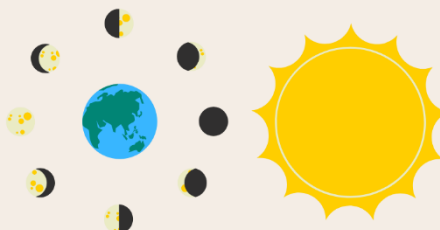
O Ramadã é o nono mês do calendário islâmico, durante o qual os muçulmanos jejuam do nascer ao pôr do sol em observância à revelação de Allah a Muhammad em 610.

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.

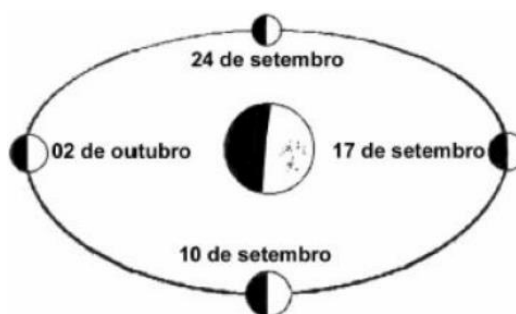


Sendo assim, a Lua na fase ilustrada na figura acima poderá ser observada no ponto mais alto de sua trajetória no céu por volta de

- 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.

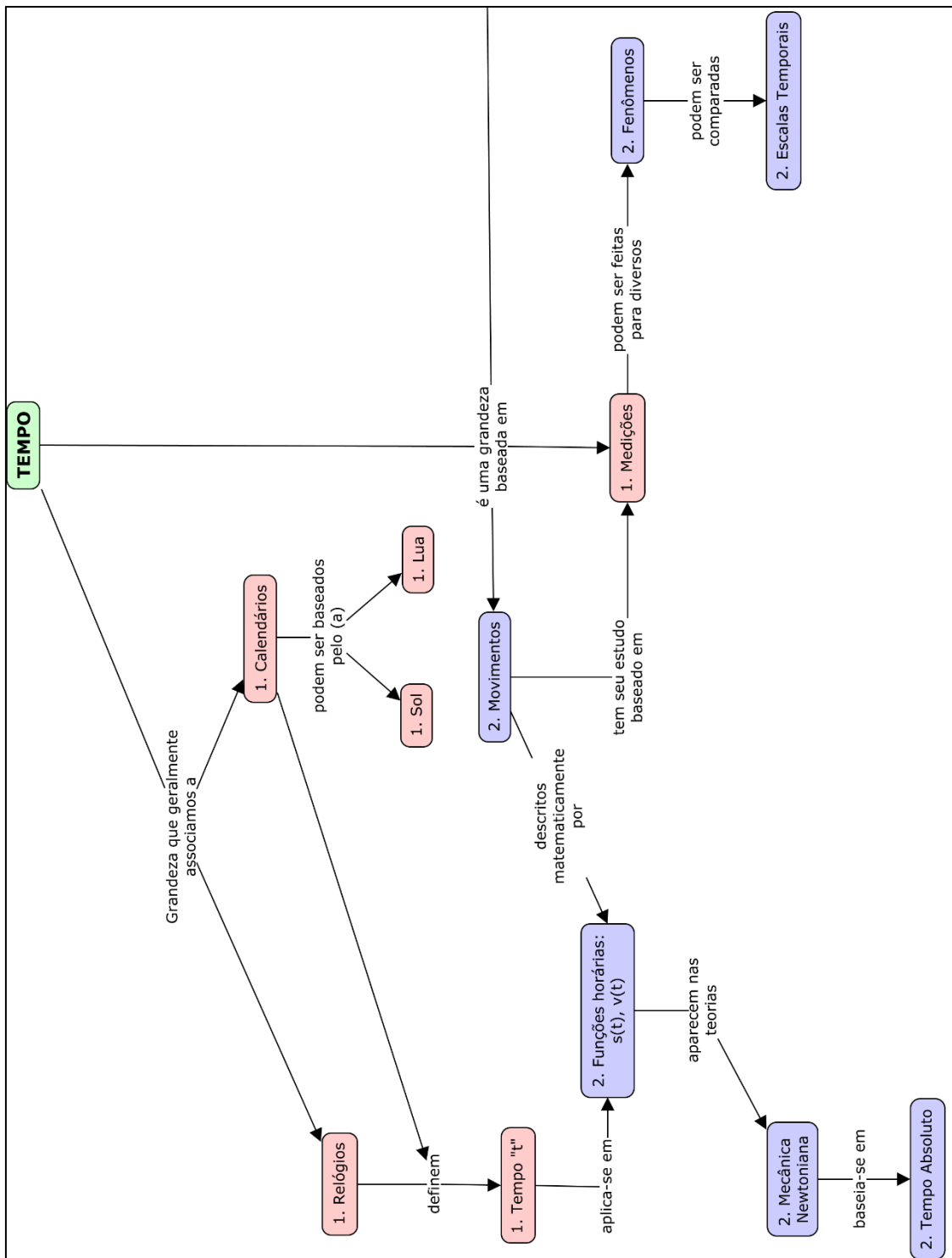
Quadro 02 – 2ª etapa da Sequência Didática

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

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.

Figura 06: Mapa Conceitual da Etapa 2



Fonte: Elaboração própria, 2024

Iniciando a segunda etapa você aplicará um **questionário para avaliar o conhecimento prévio** dos alunos sobre o assunto, isso é fundamental, pois 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 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

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.

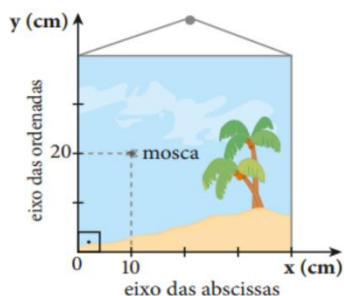


MOVIMENTO UNIFORME
MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO
MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME

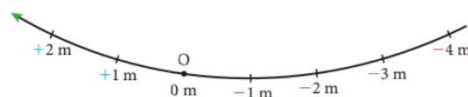


INICIAÇÃO A CINEMÁTICA

Referencial é um corpo (ou um conjunto de corpos) em relação ao qual são definidas as posições de outros corpos.

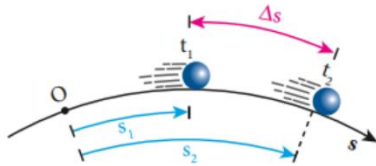


Espaço(s) de uma partícula é a grandeza que determina sua posição em relação à trajetória, posição esta dada pelo comprimento do trecho de trajetória compreendido entre a partícula e o ponto **O**, acrescido de um sinal positivo ou negativo, conforme a região em que ela se encontra.



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.

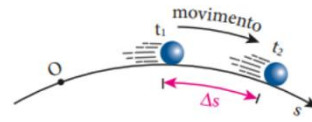


A variação de espaço Δs (lê-se “delta esse”) entre t_1 e t_2 é dada por:

$$\Delta s = s_2 - s_1$$

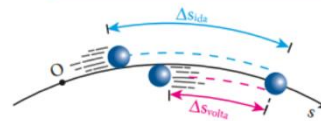
Distância percorrida:

1º caso: A partícula desloca-se sempre em um mesmo sentido.



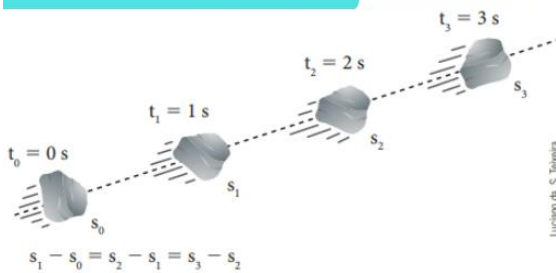
Distância percorrida:

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



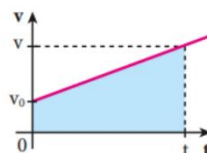
$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

$$a = \frac{v - v_0}{t} \Rightarrow v - v_0 = a \cdot t \Rightarrow v = v_0 + a \cdot t$$

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:

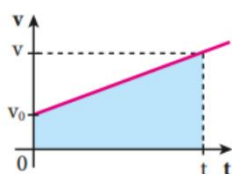
Queremos a expressão de s em função de t . Para isso, traçamos o gráfico $v \times t$: Sabe-se que a "área" destacada na figura expressa a variação de espaço Δs de 0 a t :



$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

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?

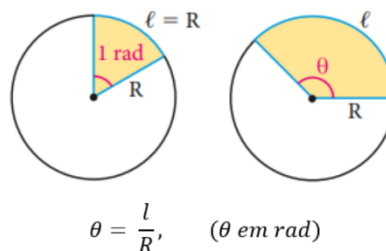
Ex. 2: Um automóvel move -se a 108 km/h quando seu motorista pisa severamente no freio, para parar o veículo em 3 s. Calcule a distância percorrida pelo automóvel nesses 3 s.

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.

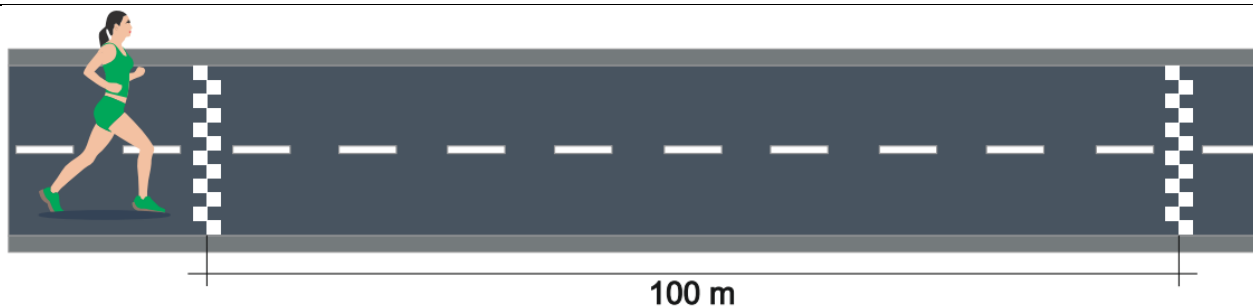
Tempo de duração da atividade: 1 aula de 50 min.

Imprima uma atividade para cada estudante.

QUESTIONÁRIO II

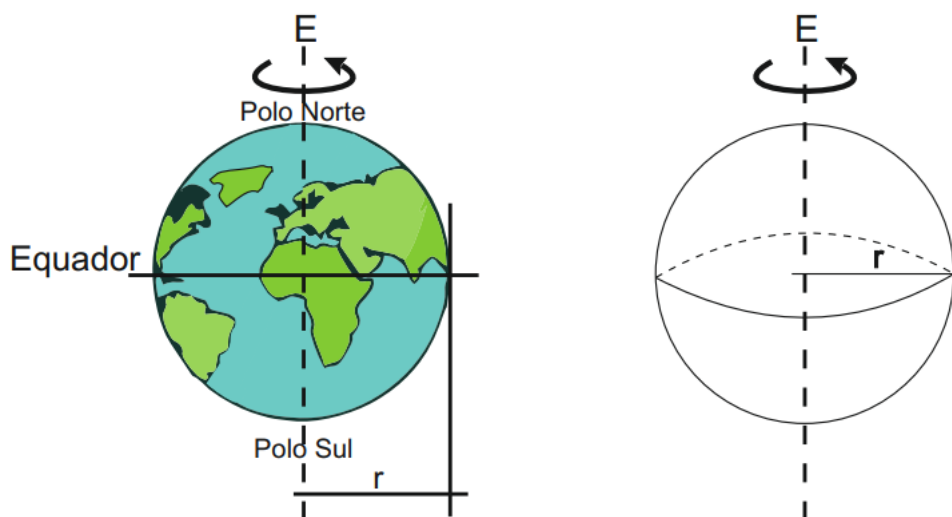
1 - A corrida de 100 metros é uma das modalidades mais populares do atletismo. Nessa prova, os corredores precisam percorrer a distância de 100 metros no menor tempo possível, cruzando a linha de chegada antes dos outros participantes para ser o vencedor, exigindo do atleta uma combinação de força, velocidade 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 do movimento 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.

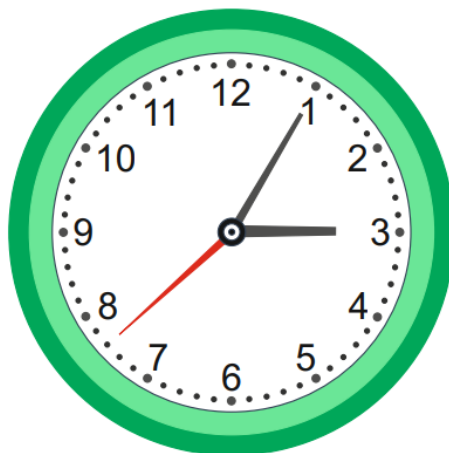


Sabendo que o cálculo da circunferência é dado por $C = 2\pi r$, onde r é igual ao raio da Terra. Considere π aproximadamente 3. Determine:

- 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?

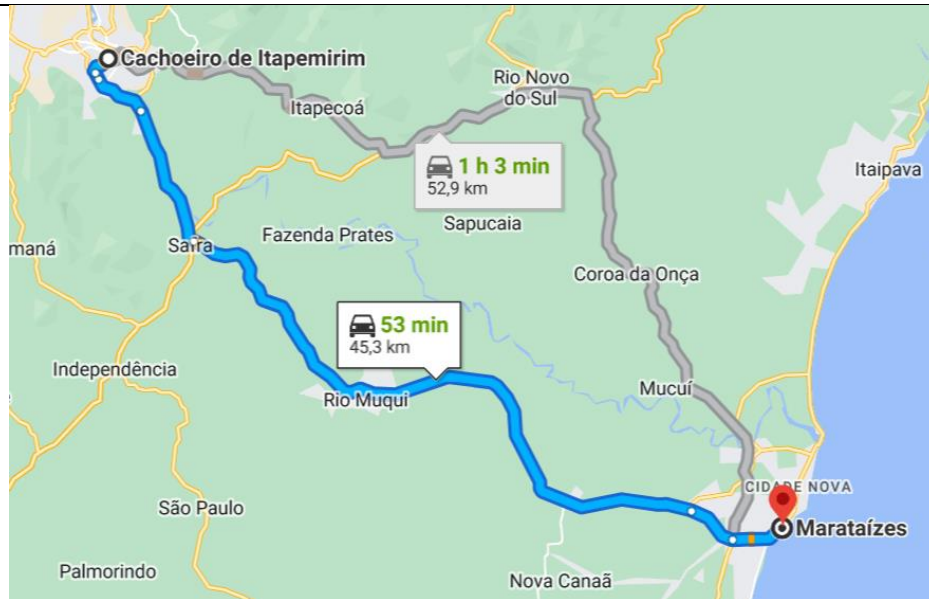
- f) A velocidade média da Terra em relação ao seu movimento de Rotação tomando como referência a linha do Equador.

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 Maratáizes 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

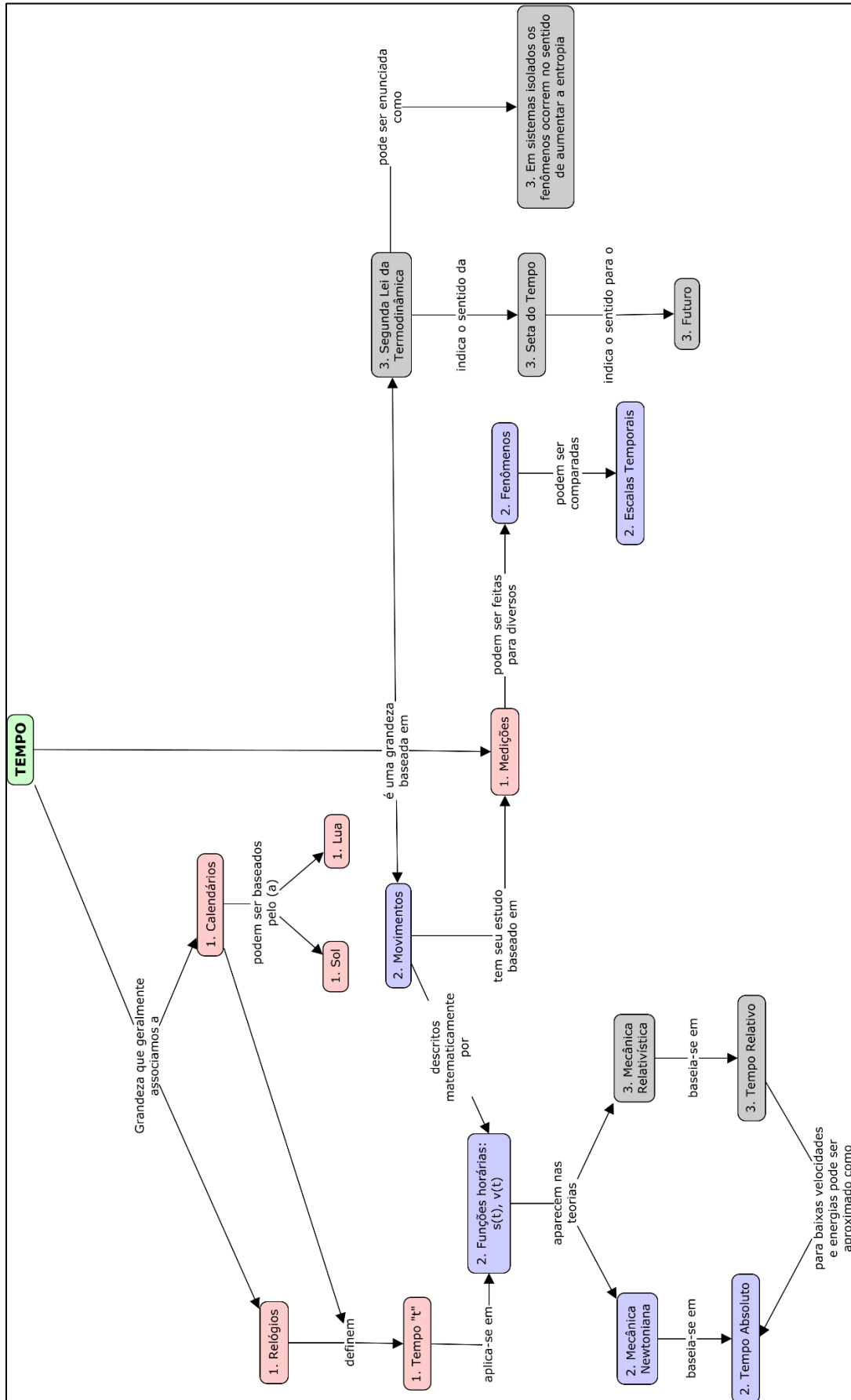
Fonte: Elaboração própria, 2024

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.

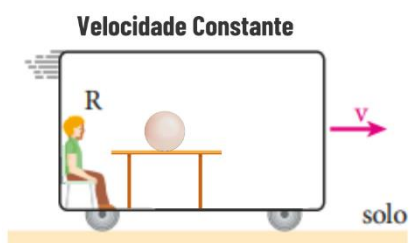
Se os slides fornecidos forem adequados para você, utilize-os como base, podendo ser realizado ajustes conforme sua necessidade para torná-los mais alinhados com sua dinâmica de aula.



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.

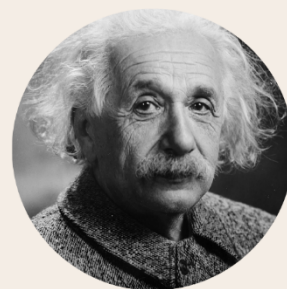


Nessas circunstâncias um referencial dentro do vagão é considerado inercial, pois dentro dele as leis da física, exemplificadas pelo princípio da inércia, permanecem válidas. Consequentemente, a bola, em relação a este referencial, estará em repouso.

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.

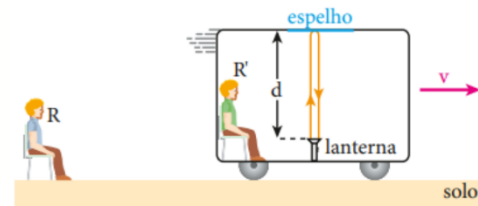
TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA

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:



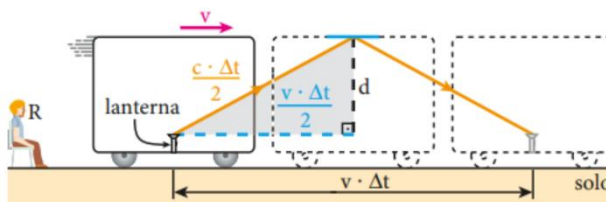
Então, lembrando que $v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$, em relação a R' podemos escrever:

$$c = \frac{2d}{\Delta t'} \Rightarrow \Delta t' = \frac{2d}{c}$$

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.

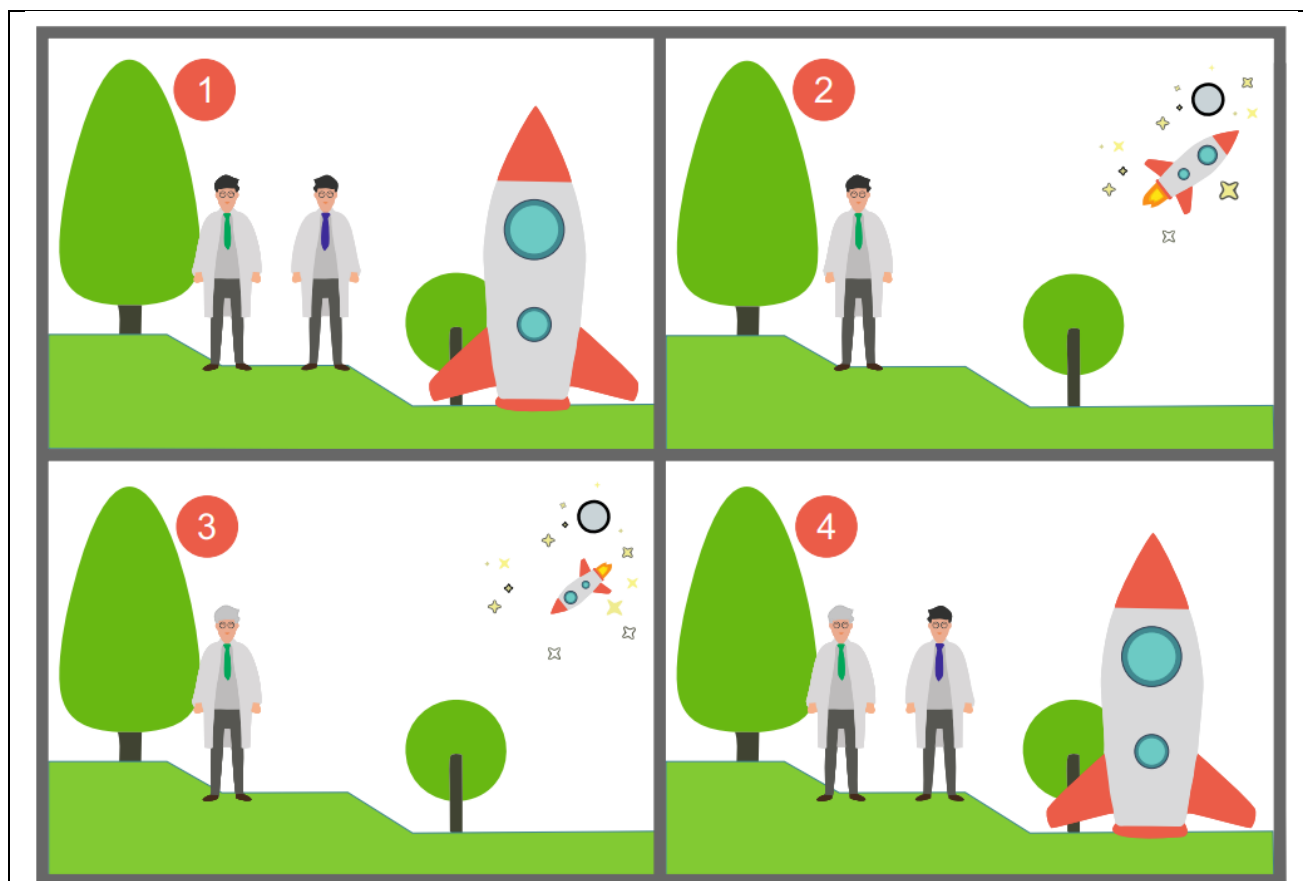
Isso o ajudará a identificar áreas que podem precisar de mais atenção ou reforço nas próximas etapas da sequência didática. Lembre-se de que a capacidade de adaptar as atividades de acordo com as necessidades da sua turma permite que você otimize o processo de aprendizagem e ajude seus alunos a alcançarem 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 $0,8 c$ 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

- ARAÚJO, 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, Salete Linhares. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 2, p. 279-280, 2010.