



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

PAULO ROBERTO FREITAS ARAUJO

O USO DA BICICLETA COMO INSTRUMENTO EM ENSINO DE FÍSICA

FORTALEZA

2021

PAULO ROBERTO FREITAS ARAUJO

O USO DA BICICLETA COMO INSTRUMENTO EM ENSINO DE FÍSICA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação da Universidade Federal do Ceará no curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. José Ramos Gonçalves.

FORTALEZA

2021

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

A69u Araujo, Paulo.

O uso da bicicleta como instrumento em Ensino de Física / Paulo Araujo. – 2021.
74 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Fortaleza, 2021.

Orientação: Prof. Dr. José Ramos Gonçalves.

1. Bicicleta. 2. Ensino. 3. Aprendizagem. I. Título.

CDD 530.07

PAULO ROBERTO FREITAS ARAUJO

O USO DA BICICLETA COMO INSTRUMENTO EM ENSINO DE FÍSICA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Ceará no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em: 09/03/2021

BANCA EXAMINADORA

Prof. Doutor José Ramos Gonçalves
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Doutor Carlos Alberto Santos de Almeida
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a. Doutora Luciana Angélica da Silva Nunes
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, nosso Senhor, por permitir a realização de um sonho que é a conclusão desse Mestrado.

Ao Professor Doutor José Ramos Gonçalves, por ter me orientado na realização desse trabalho, com suas sugestões e críticas.

Aos meus pais, peças fundamentais na minha vida.

À minha esposa, por ter me incentivado na realização desse sonho.

Aos meus alunos do 1º Ano da Escola de Ensino Fundamental e Médio Raimundo Tomaz, por terem participado dessa tese de Mestrado, já que os alunos foram e são o alvo do meu trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, pois o presente trabalho foi realizado com o seu apoio.

Aos colegas do curso e de profissão por me ajudar de alguma forma na conclusão do curso, em especial ao Professor Alisson Freitas, que me ajudou com dicas especiais, e ao Professor Alexandre Baratta, que me ajudou com aulas de alguns conteúdos quando eu me encontrei com dúvidas, ambos amigos de longa data.

Meu muito obrigado a todos!

“O que eu ouço, eu esqueço. O que eu vejo, eu lembro. O que eu faço, eu entendo”. (Confúcio)

RESUMO

Este trabalho é destinado a professores do Ensino Médio tomando como base o conteúdo que deve ser apresentado aos alunos nesse período de sua aprendizagem. A escolha do Produto se deu pelo fato de eu ser ciclista e ter identificado, na bicicleta, uma gama enorme de assuntos relacionados com a Física. Outro fator que me influenciou foi que, apesar de dispormos de Transporte Escolar, muitos dos alunos se deslocam à Escola utilizando a bicicleta, fato esse que se dá porque a Escola onde leciono é uma das poucas existentes no local. Além de tudo, utilizando o Produto, a maneira como as aulas acontecem torna-se algo mais prazeroso e próximo do cotidiano do aluno.

Palavras-chave: Bicicleta. Ensino. Aprendizagem.

ABSTRACT

This work is aimed at high school teachers based on the content that must be presented to students during this period of their learning. The choice of the Product was due to the fact that I am a cyclist and have identified, on the bicycle, a huge range of subjects related to Physics. Another factor that influenced me was that, although we have School Transportation, many of the students travel to the School using the bicycle, a fact that happens because the School where I teach is one of the few existing in the place. After all, using the Product, the way the classes take place becomes something more pleasurable and close to the student's daily life.

Keywords: Bicycle. Teaching. Learning.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	MOTIVAÇÕES E OBJETIVOS	13
3	METODOLOGIA	15
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
4.1	Aprendizagem significativa.....	18
4.2	Física – Movimento Circular Uniforme (MCU).....	19
5	UM POUCO SOBRE A HISTÓRIA DA BICICLETA	23
6	RESULTADOS.....	28
7	CONCLUSÃO	30
	REFERÊNCIAS	32
	APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL.....	35
A.1	Movimento circular	37
A.1.1	Comparando grandezas escalares e grandezas angulares	40
A.2	Grandezas escalares e grandezas vetoriais	46
A.3	Aceleração centrípeta	47
	APÊNDICE B – MATERIAL DE APOIO AO PROFESSOR (SUGESTÃO DE QUESTÕES)	50

1 INTRODUÇÃO

Está cada vez mais difícil manter os alunos atentos ao que nós, professores, estamos ensinando durante a aula, e é com essa dificuldade que buscamos cotidianamente melhorá-las. Esse desinteresse por parte dos alunos pode ser devido a um déficit de atenção e/ou hiperatividade. De acordo com um artigo publicado na *Revista Brasileira de Psiquiatria*, “os estudos nacionais e internacionais situam a prevalência de déficit de atenção/hiperatividade (TDAH) entre 3% e 6%, sendo realizados com crianças em idade escolar na sua maioria” (2000, p. 7). Infelizmente, com esse público o professor não tem muito o que fazer, mas com o restante da turma deve ser estabelecida uma relação entre o aluno e o que lhe é apresentado pelo professor. Existem vários temas capazes de despertar a atenção imediata do aluno, e cada professor sabe qual deles utilizar estrategicamente, o aluno deve consentir renunciar a outros estímulos para se concentrar na aula ou na resolução de uma questão proposta, a atenção do aluno é moldada pelo professor.

Este trabalho tem por finalidade prender a atenção do aluno e abordar a Física do Ensino Médio tomando como base o funcionamento da bicicleta, bem como os conteúdos pertinentes que a rodeiam. O objetivo central desse Produto é apresentar que uma bicicleta quando observada pelo lado científico, a Física surge claramente, muito embora não façamos tal relação se olharmos apenas para sua funcionalidade, ou seja, o uso da bicicleta como meio de transporte.

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006, p. 28) afirmam que os jogos e brincadeiras são elementos muito valiosos no processo de apropriação do conhecimento. Permitem o desenvolvimento de competências no âmbito da comunicação, das relações interpessoais, da liderança e do trabalho em equipe, utilizando a relação entre cooperação e competição em um contexto formativo.

Conforme as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006 p.28), utilizar jogos como instrumento pedagógico não se restringe a trabalhar com jogos prontos, nos quais as regras e os procedimentos já estão determinados; mas, principalmente, estimular a criação, pelos alunos, de jogos relacionados com os temas discutidos no contexto da sala de aula.

O Produto Educacional apresenta uma sequência didática sobre MCU, onde o professor ministrante, de posse do material, pode utilizá-lo como referência nas aulas,

adequá-lo e até mesmo acrescentar mais informações e detalhes, de acordo com sua realidade.

Diante dos diversos conteúdos que poderiam ter sido escolhidos, o MCU foi selecionado pois foi identificado, através de uma avaliação diagnóstica feita por alunos do 2º Ano, como sendo o menos compreendido pelos alunos, pois foram as questões menos acertadas.

O Produto apresentado tem como função estimular a curiosidade do aluno, permitindo-o observar aspectos de suas vidas com perspectivas diferentes, desenvolvendo assim o seu raciocínio lógico, preparando-o para os desafios da sociedade. Objetiva-se “que o aluno desenvolva competências que lhe permitam compreender o mundo e atuar como indivíduo cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica” (BRASIL, 1998).

O professor tem a função de aproximar a realidade do aluno ao método científico, fazendo-o pensar de forma diferente ao senso comum. O seu interesse por esse conhecimento científico precisa ser despertado de tal forma que ele possa identificar situações cotidianas como ciência. Esse despertar tem que ser estimulado na cabeça dos alunos através de aulas mais significativas, tentando fazê-lo ter interesse pelo aprendizado da Física. Este trabalho é uma tentativa de aproximar a linguagem científica da linguagem cotidiana dos alunos, do seu senso comum.

O aluno deve desenvolver habilidades e competências que lhe permita a compreensão de mundo, fazendo uso de conhecimentos de natureza científica e tecnológica. Aprender Ciências permite que o indivíduo se adeque a uma sociedade que exige conhecimentos cada vez mais variados e abrangentes, tornando-o um cidadão ativo e participante.

A estrutura desta dissertação conta com cinco capítulos. No capítulo um encontram-se as motivações que me induziram a fazer este trabalho, e os objetivos a serem alcançados.

No capítulo dois apresentarei a metodologia utilizada com foco na alfabetização científica.

No capítulo três irei trazer uma fundamentação teórica, abordando o conteúdo que consta no Produto Educacional, Movimento Circular Uniforme (MCU), por ser um assunto de difícil entendimento por parte dos alunos.

No capítulo quatro falarei um pouco sobre a história da bicicleta e farei o arremate mostrando os resultados obtidos na aplicação do Produto Educacional, trazendo minhas impressões sobre o trabalho realizado em sala de aula.

No capítulo cinco será feito o fechamento do trabalho e as considerações finais.

2 MOTIVAÇÕES E OBJETIVOS

O que me motivou a fazer esse trabalho foi a falta de habilidade por parte dos alunos em não conseguir relacionar a Física com os acontecimentos do seu cotidiano. Essa abordagem também foi escolhida devido ao fato de eu lecionar numa Escola onde muitos dos alunos se deslocam de suas casas para a Escola usando a bicicleta como meio de transporte. O fato de eu praticar ciclismo também influenciou na escolha do Produto Educacional, além de considerar a maneira lúdica como as aulas acontecem. A intenção é ensinar se divertindo e interagindo com os outros, enriquecer o conhecimento de forma prazerosa e de fácil compreensão, induzir o aluno a participar da aula, além de criar momentos de descontração e elevar a autoestima do aluno. “Educar ludicamente desenvolve as funções cognitivas e sociais, interioriza conhecimentos, mobiliza as relações funcionais, permite a interação com seus semelhantes, contribui para a melhoria do ensino, qualificação e formação crítica do educando” (BARRETO 2008).

Outro fator motivador para a elaboração deste trabalho foi a falta de interesse por parte da maioria dos alunos em querer aprender Física. O principal objetivo do Produto Educacional é atrair a atenção dos alunos e fazê-los gostar de Física.

A dificuldade em fazer os alunos concentrarem-se na aula é uma tarefa bastante difícil, eles são muito dispersos, alunos sem perspectiva alguma de futuro, filhos de pais pobres, geralmente agricultores ou apenas “caseiros”, pessoas que cuidam das casas de veraneio nas proximidades da Escola. Além de todos esses problemas ainda temos o uso abusivo e indiscriminado dos smartphones.

Nossos alunos adoram ir à Escola, mas não gostam de estudar nem de assistir às aulas. Pude perceber que a Escola era uma espécie de refúgio, diversão, local onde os amigos se encontram para uma boa conversa. Falo isso de uma maneira geral, lógico que tínhamos alunos interessados, esforçados e inteligentes também.

A baixa autoestima dos alunos também é de grande influência demais, eles já vão logo dizendo que não irão conseguir aprender Física. Talvez isso se deva devido a um Ensino Fundamental muito frágil, os alunos, muitas vezes, chegam ao Ensino Médio sem saber fazer cálculos matemáticos simples, ou até mesmo com a leitura prejudicada, fazendo com que ele não consiga interpretar o comando de uma questão.

Estrategicamente falando as aulas de Física estavam precisando ser mais atrativas, as salas de aula precisavam ser um ambiente de descoberta e aprendizagem, os alunos tinham que ter um motivo para assistir as aulas, extrair algum prazer daquele tempo que

ele passava em sala de aula, mudar a sua percepção de que as atividades curriculares fossem apenas meras obrigações a serem cumpridas.

A linguagem científica precisa ser popularizada, os conceitos científicos devem ser compartilhados ao máximo, os alunos precisam se apoderar de tais conhecimentos para que possam se permitir a tomar decisões mais benéficas e duradouras para si mesmos. O cidadão precisa saber relacionar o que está ao seu redor com a ciência.

Diante da grande dificuldade que os alunos têm em aprender Física, o Produto Educacional apresentado pode ser utilizado como mais uma ferramenta na tarefa árdua que é fazer com que os alunos compreendam Física, e quem sabe até, fazer com que eles gostem dessa disciplina.

Portanto este Produto Educacional tem como objetivo geral tornar as aulas mais atrativas, prazerosas, fazer os alunos estarem na aula por vontade própria e não por obrigação. Especificamente falando espero afetar o aluno de tal forma que ele reconheça o conteúdo visto em sala de aula em sua vida cotidiana.

A Escola de Ensino Médio Raimundo Tomaz está localizada no Distrito de Tapera, município de Aquiraz, bem perto da Praia do Iguape, conta com 8 salas de aula, além de um centro de multimeios, um laboratório educacional de informática, um laboratório educacional de ciências, rádio escolar, cozinha, refeitório, quadra poliesportiva coberta, entre outros ambientes educacionais, uma estrutura considerável, levando em consideração ser uma escola situada na região metropolitana de Fortaleza/CE. A Escola atende um público a cerca de 800 alunos nos turnos manhã, tarde e noite.

À época de aplicação do Produto Educacional, 2018, a Escola possuía alunos do Ensino Médio Regular e começava a ser implantado o Ensino Médio Integral. Esta implementação ocorreu primeiramente com alunos do 1º Ano, quando a Escola passou a ser chamada de Escola de Ensino Médio de Tempo Integral Raimundo Tomaz. Em 2019 o regime de tempo integral foi estendido para alunos do 2º Ano, e em 2020 para os do 3º Ano. No turno noite nós sempre tínhamos turmas de ensino regular, uma para cada série do Ensino Médio, além de duas turmas de Educação de Jovens e Adultos (EJA).

3 METODOLOGIA

O presente trabalho revela uma abordagem simples e direta do conteúdo Movimento Circular Uniforme (MCU), ele mostra uma sequência a ser seguida utilizando uma bicicleta como instrumento de ensino. Hoje as Escolas Públicas Estaduais de Nível Médio contam com várias modalidades de ensino, temos as Escolas Profissionalizantes, as de Tempo Integral e as Regulares, e este conteúdo é visto no 1º Ano do Ensino Médio.

O Produto Educacional foi aplicado na EEMTI Raimundo Tomaz. O fato da Escola possuir, na época, mais de uma turma de 1º Ano, tornou possível realizar uma comparação de desempenho entre os alunos da turma onde o Produto foi aplicado, em relação as demais, onde foi utilizada a metodologia tradicional, apenas lousa e pincel.

O conteúdo foi apresentado de maneira lúdica, uma bicicleta foi levada para sala de aula e colocada em um suporte fixo à parede, o que não impede de também ser colocada com as rodas para cima sobre a mesa do professor, ou de qualquer outra forma que o professor prefira. O MCU foi visto na prática, através do giro na roda dessa bicicleta, tornando possível a análise da relação existente na associação das engrenagens (coroa, catraca e roda). Nas primeiras aulas levei minha bicicleta, depois fiquei utilizando a de algum aluno.

Dessa forma o aluno percebe que os princípios físicos apresentados em sala de aula pertencem ao seu cotidiano, e que ele apenas precisa ter um ponto de vista formal sobre tais conceitos, aproximando seus saberes de senso comum com a linguagem científica apresentada.

A bicicleta foi utilizada como ferramenta didática e o trabalho foi baseado nas Teorias de Aprendizagem de David Ausubel.

Levando em consideração que os alunos já estão prontos para receber os conhecimentos de MCU, ou seja, já foi visto Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), Queda Livre, Movimento Vertical no Vácuo, Lançamento Horizontal, Lançamento Oblíquo, Vetores e Cinemática Vetorial, é chegada a hora da bicicleta ser apresentada como ciência.

Ao chegar em sala de aula empurrando a bicicleta já consigo atrair a atenção de grande parte da turma. Alguns olham curiosos e ansiosos pelo que há por vir, outros com olhar de desdém, tipo já dizendo: “Lá vem ele com mais besteira”.

Primeiramente o MCU é dado de maneira tradicional, pincel e lousa, no decorrer da aula faz-se algumas indagações aos alunos como por exemplo: onde conseguimos

detectar movimentos circulares? Rapidamente alguns respondem falando: brinquedos em parque de diversões, roda gigante, pneus de carro, pneus de bicicleta, engrenagens de máquinas, etc.

Aos poucos os conceitos físicos são introduzidos no decorrer da aula, tais como velocidade linear, velocidade angular, intervalo de tempo, frequência, período, raio da trajetória circular, aceleração centrípeta, etc. Depois de explicados os conceitos físicos de forma tradicional, utilizando pincel e lousa, pego a bicicleta que até então estava encostada no canto da sala de aula e a ponho de ponta cabeça sobre o birô do professor, e então começo a mostrar todos aqueles conceitos ditos em teoria, agora na prática, utilizando o movimento da roda da bicicleta. Me atenho a dizer que vou utilizar primeiramente o giro da roda da bicicleta, e que é por isso que tem uma bicicleta em sala de aula, para que tais demonstrações fossem feitas na prática.

Dou início falando sobre o sistema de transmissão e câmbios, e que estudaremos o movimento circular utilizando a roda e o sistema de marchas da bicicleta. Os câmbios determinam a relação entre a velocidade de giro da pedalada e a velocidade de giro da roda traseira. Numa bicicleta ser marchas será possível demonstrar apenas utilizando uma única relação.

A velocidade da pedalada é chamada de cadência e é medida em rotações por minuto ou rotações por segundo (Hz), dá-se a essa medida o nome de frequência (f), e o tempo que o pedivela demora para dar uma volta completa dá-se o nome de período (T).

Considerando que a roda da bicicleta seja uma circunferência perfeita, e tomando a válvula como referência estabeleço a diferença entre deslocamento linear e deslocamento angular. Com isso é observado que temos que conhecer e saber diferenciar grandezas escalares e grandezas angulares, portanto é apresentado relações entre tais grandezas.

A partir daí estabeleço as principais diferenças entre engrenagens e polias ligadas através do mesmo eixo ou pela extremidade, sempre utilizando a bicicleta e citando os exemplos presentes no sistema de transmissão, catraca e roda, coroa e catraca, respectivamente.

Vimos também a diferença entre grandezas escalares e vetoriais. Por fim é explicado que mesmo o movimento circular sendo uniforme, ele é um movimento acelerado, pois temos o vetor velocidade mudando de direção, portanto age sobre o corpo uma grandeza chamada aceleração centrípeta. No Produto Educacional toda essa sequência é vista com uma riqueza maior de detalhes.

Após ter sido feito vários exemplos sobre os conceitos falados teoricamente e exercitados na prática com a “bike”, é chegada a hora de testar o que os alunos aprenderam e resolver algumas questões propostas trazidas pelo livro texto.

A parte da explicação que envolve a associação das engrenagens, coroa e catraca, foi a que mais trouxe dúvidas e foi a mais exercitada. Alguns alunos perguntaram, o porquê que quando mudamos de marchas temos a sensação que a bike fica mais leve e eu disse que esse seria um assunto visto mais adiante, mas já adiantei que esse conteúdo recebe o nome de Torque ou Momento de uma Força.

Vale dizer que no mês de agosto, próximo ao dia do estudante, eu, juntamente com o Núcleo Gestor e o Professor de Educação Física, promovemos um passeio ciclístico. Aproveito a oportunidade e coloco em prática o aprendizado sobre os conteúdos Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). O fato de algumas bicicletas possuírem computador de bordo torna possível esse aprendizado. Geralmente esses ciclocomputadores, como também são chamados, marcam velocidade instantânea, tempo decorrido, distância percorrida, etc, o que possibilita concretizar esse aprendizado.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Aprendizagem significativa

Baseado na Aprendizagem Significativa, de David Ausubel, espera-se que os alunos, de posse dos seus conhecimentos prévios (subsunçores) e do senso comum, associem o conteúdo visto em sala aula com o seu cotidiano. O objetivo é conciliar a aprendizagem mecânica, lousa e pincel, com a aprendizagem significativa, o ensino tem que fazer sentido para o aluno.

*"A essência do processo de aprendizagem significativa é que as ideias expressas simbolicamente são relacionadas às informações previamente adquiridas pelo aluno através de uma relação não arbitrária e substantiva (não literal)." David Ausubel, Joseph D. Novak e Helen Hanesian no livro *Psicologia Educacional*.*

Este trabalho usou como referencial teórico as ideias de David Ausubel. Este teórico apresenta concepções que são concordantes com o objetivo da proposta aqui apresentada:

- a estrutura cognitiva preexistente (Ausubel et al., 1980) é importante e fundamental no processo ensino-aprendizagem;
- o conteúdo de Física deve ser significante e relevante para o educando.

Psicologicamente falando o trabalho baseou-se na teoria de aprendizagem de David Ausubel. Para o especialista em Psicologia Educacional, o conhecimento prévio do aluno é a chave para a aprendizagem significativa. Um “subsunçor” é um conceito ou uma ideia já existente na estrutura cognitiva do aluno, conceito esse que servirá de “âncoradouro para a nova informação” (MOREIRA; OSTERMANN, 1999), adquirindo desta maneira significado para o aluno. A aprendizagem significativa preconizada por Ausubel ocorre quando “a nova informação adquire significado por interação com conceitos ou proposições relevantes preexistentes na estrutura cognitiva” (op. cit. p. 62), sendo que esta relação deve ocorrer de maneira não-litera e não-arbitrária.

Na aprendizagem subordinada o novo conceito é subordinado ao conhecimento preexistente, a assimilação da nova informação obedece uma certa subordinação ao subsunçor. A chamada aprendizagem superordenada ocorre quando o novo conceito é mais geral do que os conceitos preexistentes, e é assimilado a partir destes. Se o novo conceito não estabelece nenhuma relação de subordinação ou de superordenação com conhecimentos prévios se dá o nome de aprendizagem combinatória.

A aprendizagem só se torna significativa quando um novo conhecimento se relaciona com outro já existente de forma substantiva e não arbitrária. Para ocorrer essa relação, a predisposição para aprender deve existir. Também é necessário que haja um ensino potencialmente significativo, planejado pelo professor, levando em consideração o contexto à qual o aluno faz parte.

Minha intenção com esse trabalho foi aproximar o conhecimento científico daquilo que o aluno sabe ou pensa que sabe sobre o funcionamento dos objetos que fazem parte do seu cotidiano.

Infelizmente os conteúdos vistos em sala de aula são rapidamente esquecidos pela maioria dos alunos, pois os métodos de ensino de Física aplicados conduzem os alunos a uma aprendizagem mecânica, os dados e fórmulas são apenas memorizados, sem significado nenhum.

Levando a bicicleta para sala de aula e mostrando a Física presente nas situações que a envolve, pretendo fixar o conteúdo na cabeça do aluno trazendo uma relação com o cotidiano vivido por cada um deles, alfabetizando-os cientificamente.

O objetivo deste Produto Educacional é tornar o aprendizado de Física mais prazeroso, de fácil compreensão, utilizando situações do cotidiano, e através dele, ensinar MCU para alunos do 1º Ano do Ensino Médio.

4.2 Física – Movimento Circular Uniforme (MCU)

No MCU o tempo que um corpo demora para dar uma volta completa é chamado de período (T), e a quantidade de voltas que são dadas em 1s recebe o nome de frequência (f). A frequência é o inverso do período na vice-versa.

$$f = \frac{1}{T}$$

Relação entre grandezas escalares e angulares:

$$\frac{\Delta S}{R} = \Delta \varphi$$

$$\Delta S = \Delta \varphi \cdot R$$

$$\frac{dS}{dt} = \frac{d\varphi}{dt} R$$

$$V = \omega R$$

$$S = S_0 + Vt$$

$$\varphi = \varphi_0 + \omega t$$

Transmissão de movimento em engrenagens ou polias ligadas pelo mesmo eixo ou pelas extremidades, entendendo melhor como se comporta a velocidade linear e a velocidade angular nesse tipo de mecanismos. Saber diferenciar grandezas escalares de grandezas vetoriais.

No movimento circular uniforme o módulo da velocidade escalar não varia, mas o vetor velocidade sim, e se esse vetor varia é porque existe um outro vetor que aponta para o centro da trajetória circular, chamado de aceleração centrípeta, então podemos dizer que o movimento circular uniforme é acelerado. Essa aceleração pode ser calculada pela razão entre a variação da velocidade vetorial e o intervalo de tempo em que esse movimento acontece, dado pela expressão:

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

Considerando que a variação da velocidade vetorial acontece num intervalo de tempo muito pequeno, com Δt tendendo a zero, a aceleração calculada será a aceleração instantânea.

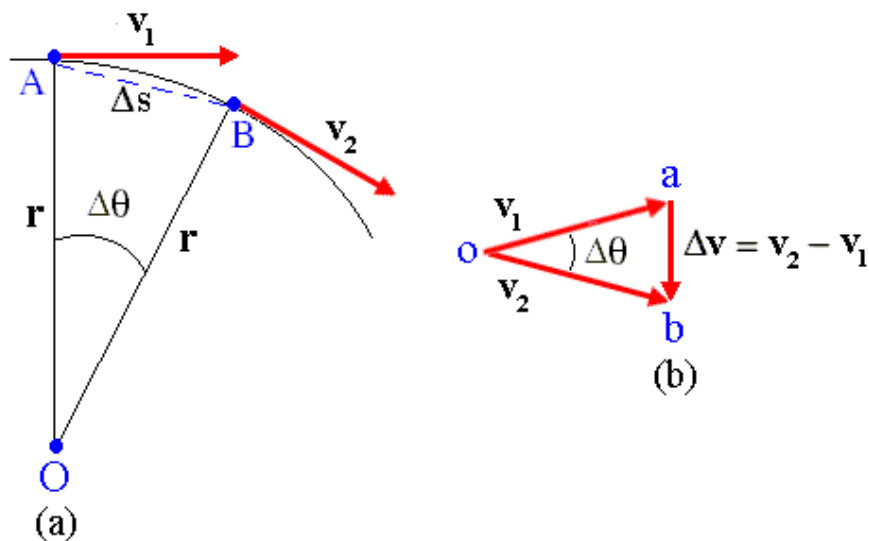


Figura 1

Utilizando-se do recorte da trajetória circular de um corpo qualquer de acordo com as figuras acima, temos que da figura (a), se unirmos pela origem os vetores \vec{V}_1 e \vec{V}_2 obteremos a soma vetorial pelo segmento \overline{ab} como mostra a figura (b).

Os triângulos OAB e oab, nas figuras (a) e (b) são semelhantes, portanto podemos afirmar que o deslocamento do corpo está para a variação da velocidade, assim como o raio r do recorte da circunferência na figura (a), está para a velocidade inicial V_1 . Assim temos:

$$\frac{\Delta S}{\Delta \vec{V}} = \frac{r}{\vec{V}_1}$$

$$\Delta \vec{V} = \frac{\Delta S \cdot \vec{V}_1}{r}$$

Dividindo ambos os termos da equação pela variação de tempo teremos no primeiro membro a aceleração. Considerando que a aceleração instantânea no determinado ponto é o valor limite desta expressão quando B tende para A, de tal forma que V_1 pode ser representado por V , a equação fica:

$$\frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t} = \frac{\Delta S \cdot \vec{V}_1}{r \Delta t}$$

$$\frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t} = \frac{\Delta S \cdot \vec{V}_1}{\Delta t \cdot r}$$

$$a_{cp} = \frac{V \cdot \vec{V}_1}{r}$$

$$a_{cp} = \frac{V^2}{r}$$

Como $V = \omega \cdot r$, a aceleração centrípeta também pode ser dada por:

$$a_{cp} = \omega^2 \cdot r$$

Essa foi uma dedução da aceleração centrípeta a nível médio, caso a turma seja avançada e curiosa, obedecendo as figuras abaixo a apresentação dessa dedução pode ser feita da seguinte forma:

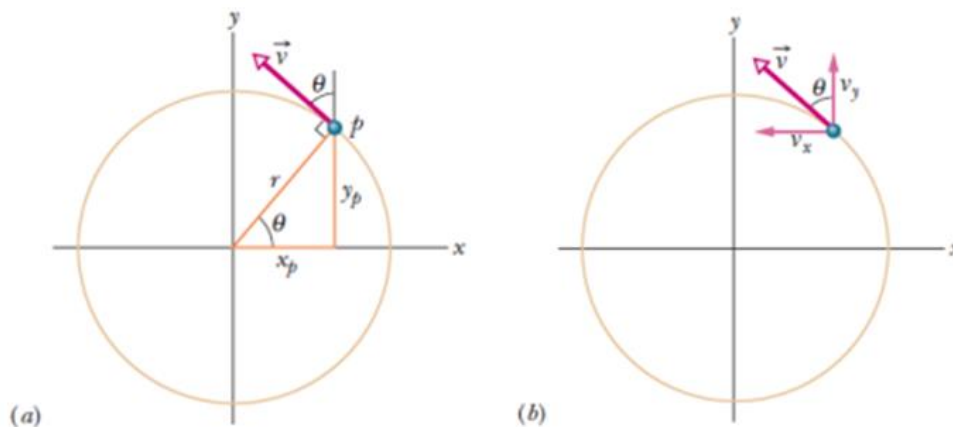


Figura 2

$$\vec{v} = v_x \hat{i} + v_y \hat{j}$$

$$\vec{v} = (-v \sin \theta) \hat{i} + (v \cos \theta) \hat{j}$$

$$\vec{v} = \left(-\frac{v y_p}{r}\right) \hat{i} + \left(\frac{v x_p}{r}\right) \hat{j}$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

$$\vec{a} = \left(-\frac{v}{r} \frac{dy_p}{dt}\right) \hat{i} + \left(\frac{v}{r} \frac{dx_p}{dt}\right) \hat{j}$$

Como:

$$\frac{dy_p}{dt} = V_y$$

$$\frac{dx_p}{dt} = V_x$$

$$V_x = -v \sin \theta$$

$$V_y = v \cos \theta \vec{a} = \left(-\frac{v^2}{r} \cos \theta\right) \hat{i} + \left(-\frac{v^2}{r} \sin \theta\right) \hat{j}$$

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$$

$$a = \sqrt{\left(-\frac{v^2}{r} \cos \theta\right)^2 + \left(-\frac{v^2}{r} \sin \theta\right)^2}$$

$$a = \sqrt{\frac{v^4}{r^2} (\cos \theta)^2 + \frac{v^4}{r^2} (\sin \theta)^2}$$

$$a = \frac{v^2}{r} \sqrt{(\cos \theta)^2 + (\sin \theta)^2}$$

$$a = \frac{v^2}{r} \sqrt{1}$$

$$a = \frac{v^2}{r}$$

5 UM POUCO SOBRE A HISTÓRIA DA BICICLETA¹



Figura 3

O site “um carro a menos” divulgou a história da bicicleta, que vale muito a pena conferir. “Conhecer o passado para entender o presente e construir o futuro”. Essa frase, apesar de bastante utilizada, pode ajudar a compreender muitas coisas. O conhecimento é fundamental se queremos entender a fundo alguma questão. A bicicleta pode inspirar muitos sentimentos em quem a utiliza. Após receber muitos benefícios por pedalar, o ciclista cria uma relação de cuidado e carinho com a sua magrela. Essa relação em si já é um motivo suficiente para conhecer um pouco sobre a história de sua companheira.

Não é de hoje que as pessoas perceberam que a bicicleta é uma ótima alternativa para a mobilidade e para a saúde. Muitos foram os estilos experimentados e as sensações compartilhadas. É interessante notar que durante sua evolução a bicicleta agradou aos mais variados gostos e atendeu diversas finalidades. O Respeite Um Carro a Menos² convida você a dar uma voltinha pela Linha do Tempo e conhecer um pouco mais sobre a História da Bicicleta. O veículo do futuro já chegou faz tempo!



Figura 4

¹ <https://viatrolebus.com.br/2014/02/a-historia-da-bicicleta/>

² <http://www.respeiteumcarroamenos.com.br/>

O alemão Karl Drais Von Sauerbronn cria um “cavalo” de madeira, com guidão e duas rodas. A invenção, de 1816, ficou conhecida como draisiana. Era a primeira bicicleta. Mas ainda com tração Flinstones: os pés faziam as vezes do pedal.



Figura 5

Surgem os pedais: rígidos e acoplados diretamente à roda dianteira.



Figura 6

O francês Pierre Lallemente aumenta a roda dianteira, para deixar a pedalada mais leve. Pierre Michaux cria a primeira fábrica. Em 1867, surgem rodas com aro de aço, freios e tração traseira por corrente.



Figura 7

Mesmo com o surgimento do modelo com correntes, a larga produção de velocípedes de Pierre Michaux tornou o seu modelo mais popular. Surgem também as bicicletas com rodas gigantes na frente e minúsculas atrás.



Figura 8

Em 1887, o escocês John Boyd Dunlop cria uma câmara de ar para as rodas da bicicleta do filho. Nasceu o pneu. De quebra, as bicicletas com correntes começam a ganhar mercado.



Figura 9

No começo da década de 1890, surge o quadro trapezoidal, usado até hoje. Em 1895, vêm os primeiros modelos em alumínio, três vezes mais leves que o aço.



Figura 10

No fim dos anos 20, a empresa Schwinn, popular nos EUA, aproxima o design da bike das motos. Na Europa, o ciclismo esportivo ganha força.



Figura 11

O americano James Finley Scott modificou um modelo urbano para conseguir andar em trilhos. E criou a primeira mountain bike.



Figura 12

Agora todo mundo tinha um modelo para chamar de seu. Surgem as bicicletas para crianças, as de estrada e o sistema de marchas evolui.



Figura 13

Nasce a BMX, que viraria febre mundial e tornaria a bicicleta o sonho de consumo de 11 entre 10 crianças.



Figura 14

Chegam os quadros em fibra de carbono e o freio a disco.



Figura 15

As dobráveis, antes um nicho do mercado, começam a se popularizar. E as elétricas passam a ganhar as ruas.

6 RESULTADOS

O Produto Educacional foi aplicado em uma das três turmas de 1º Ano do Ensino Médio. Cada uma dessas turmas possuía em média 35 alunos com faixa etária entre 15 e 17 anos. Os alunos que compunham essas turmas são egressos da rede municipal de ensino, a maioria deles da Escola de Ensino Fundamental Plácido Castelo, localizada no Distrito de Tapera, os demais alunos são egressos de escolas de distritos vizinhos, Patacas, Iguape e Caponga da Bernarda.

Costumeiramente as turmas são formadas obedecendo uma mescla entre esses alunos, o Núcleo Gestor juntamente com a Secretaria matricula esses meninos tentando não deixar os alunos que chegam de uma mesma escola, juntos numa mesma turma, na tentativa de desmontar os “grupinhos”.



Figura 16 - Foto em um dia de aula normal.

A turma que contou com a aplicação do Produto Educacional, teoria e aulas práticas, com o conteúdo MCU visto acontecendo mais de perto, obteve um melhor resultado na aprendizagem e os alunos conseguiram compreender o conteúdo com mais facilidade, comparado com as turmas que tiveram apenas as aulas tradicionais, pincel e lousa. Na turma em que o conteúdo foi visto na prática, observou-se um aumento no desempenho dos alunos. O resultado das avaliações, elaboradas de acordo com o conteúdo visto em sala de aula, foi melhor naquela turma em que o Produto Educacional foi aplicado. As notas dos alunos nas avaliações foram melhores na turma onde o Produto Educacional foi aplicado do que nas outras em que não foi aplicado. Os alunos demonstraram mais interesse em assistir as aulas de Física.

À época da aplicação do Produto Educacional todos os alunos das três turmas foram comunicados de como funcionaria sua aplicação, os alunos das turmas que não foram contemplados, quando ouviram os comentários dos alunos contemplados de como as aulas aconteciam, ficaram pedindo que as aulas fossem feitas também com a bicicleta em sala. Os alunos contemplados com o Produto Educacional se mostraram bastante receptivos em relação à novidade, e até perguntaram se eu iria utilizar a bicicleta para a explicação de outros conteúdos.

Foi feito uma espécie de ranking, e os alunos da turma em que o Produto Educacional foi aplicado alcançaram as posições iniciais desse ranking. Essa classificação não foi divulgada entre os alunos para não causar constrangimento.

Foi elaborada uma avaliação exclusivamente com o conteúdo MCU e foram obtidos os seguintes resultados:

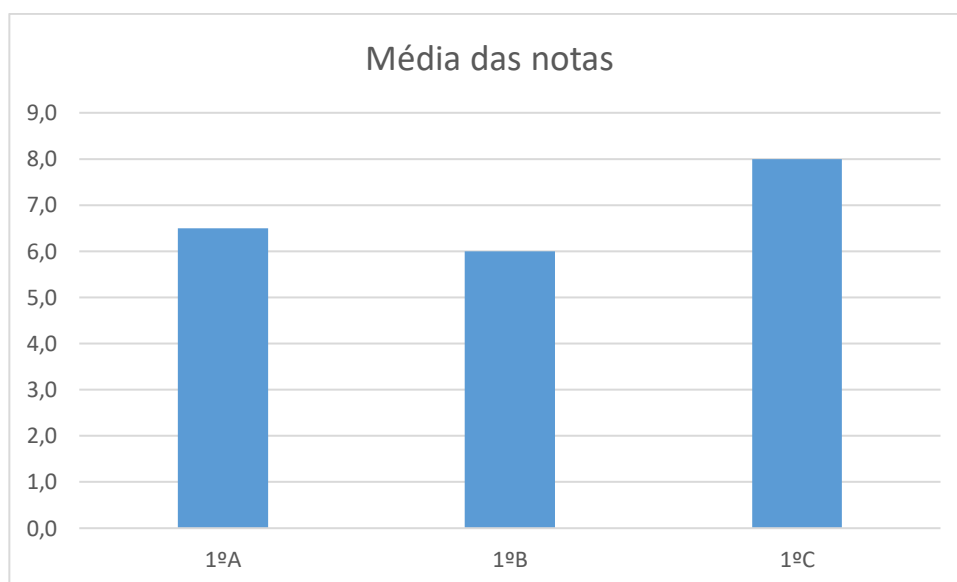


Figura 17

O Produto Educacional foi aplicado no 1ºC, e a tabela mostra com uma fácil identificação qual das turmas obteve o melhor resultado.

Não tive muito problema em precisar ficar chamando a atenção dos alunos durante as aulas. Foi observado na turma onde o Produto Educacional foi aplicado que os alunos ficaram mais curiosos em saber como as coisas funcionam e ficaram mais interessados em aprender Física.

7 CONCLUSÃO

Este trabalho foi desenvolvido de acordo com os objetivos e exigências do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), com a intenção de criar uma ferramenta que auxilie no aprendizado de Física, tornando o aprendizado mais envolvente, bem como tentar fazer com que os alunos enfrentem as suas dificuldades em aprender Física, em algo interessante e prazeroso, fazê-los entender que a Física está mais próxima deles do que eles imaginam.

Este trabalho proporcionou aos alunos uma forma diferente de ver o mundo, a chance de ver a Física como algo presente no seu cotidiano, além de aproximar o professor do aluno, quebrando a barreira hierárquica, a aula virou um bate papo.

Em alguns momentos não foi difícil nos vermos discutindo sobre outros assuntos, deixávamos o MCU de lado e nos pegávamos divagando sobre outras teorias.

Foi criada uma sequência didática para o ensino de MCU neste produto. O segredo da aprendizagem não está no quanto tempo se estuda, mas sim em como se estuda.

De acordo com o psiquiatra americano William Glasser e sua teoria para educação, nós aprendemos:

- 10% quando lemos;
- 20% quando ouvimos;
- 30% quando observamos;
- 50% quando vemos e ouvimos;
- 70% quando discutimos com outros;
- 80% quando fazemos;
- 95% quando ensinamos aos outros.

Pirâmide do aprendizado



Figura 18

Com base nessa teoria, nós professores, tentamos fazer os alunos aprenderem a Física do Ensino Médio, e penso que esse material será de grande proveito.

Se eu conseguir fazer com que os alunos se interessem em Física através do conteúdo visto no Produto Educacional, grande parte do meu objetivo será atingido, e se o aluno começar a relacionar coisas do seu cotidiano com a Física e tiver a curiosidade de entender como aquilo funciona, um smartphone, por exemplo, todo meu objetivo será alcançado

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, David P., NOVAK, Joseph D., HANESIAN, Helen. Psicologia educacional. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana , 1980.
- BRASIL, Ministério da Educação. *Secretaria de Educação Básica. Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC/SEB, 2006.
- BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, DF: MEC/SEF, 1998.
- CAVALCANTE, Képler. Aceleração centrípeta. Acessado em 30 de junho de 2011. Disponível em: <http://www.brasilecola.com/Física/aceleracao-centripeta.htm>.
- Como funciona a relação de marchas. Acessado em 22 de junho de 2011. Disponível em: <http://carros.hsw.uol.com.br/relacao-de-marchas2.htm>.
- Connolly, Joseph W.. Understanding the Magic of the Bicycle: Basic Scientific Explanations of the Two-Wheeler's Fascinating Behavior (IOP Concise Physics Book 3). Morgan & Claypool Publishers. Edição do Kindle.
- GARDNER, H. Estruturas da mente: a Teoria das Múltiplas Inteligências. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.
- Halliday, David, 1916-2010
Fundamentos de Física, volume 1 : mecânica / David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker; tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. - 10. ed. - Rio de Janeiro : LTC, 2016.
- Moreira, M. A. e Ostermann, F., 1999. Teorias construtivistas
- Movimento circular uniforme e a força centrípeta. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).
Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/mnpef/mef004/20021/MariaInes/tex04mcu.html>.

Psicologia Educacional, de David P. Ausubel, Joseph Novak e Helen Hanesian, 625 págs., Ed. Interamericana, (edição esgotada)

ROHDE, L.A. et al. “Transtorno de Déficit de atenção/hiperatividade”. *Revista Brasileira de Psiquiatria*. 2000, 22 (sup.II), p. 7-11.

SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, Caio Sérgio. Física. São Paulo: Atual Editora, 2005.

SILVA, Domiciano Correa Marques da. "Processos de propagação de Calor"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/processo-propagacao-calor.htm>. Acesso em 07 de novembro de 2019.

APÊNDICES

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

**UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

PAULO ROBERTO FREITAS ARAUJO

O USO DA BICICLETA COMO INSTRUMENTO EM ENSINO DE FÍSICA

Fortaleza

2021

APRESENTAÇÃO

Caríssimo(s) Professor(es), com o intuito de motivar os alunos a participarem mais das aulas de Física e buscando melhorar o aprendizado, este Produto Educacional é disponibilizado com o conteúdo MCU, fazendo-se o uso da bicicleta como instrumento em ensino em Física.

Este Produto Educacional tem por finalidade dar ênfase no conteúdo de Movimento Circular Uniforme (MCU).

O professor que quiser fazer uso do Produto Educacional pode levar uma bicicleta para sala de aula abordar o conteúdo MCU seguindo a sequência apresentada.

Primeiramente deve ser escolhido um local na sala de aula para que a bicicleta fique com as rodas livres, pode ser colocada sobre a mesa do professor ou em um suporte preso a parede, desde que as rodas fiquem livres. A partir daí o professor pode falar sobre alguns dos componentes, do funcionamento da transmissão e sobre o câmbio da bicicleta.

É através dos câmbios que o ciclista controla a velocidade de giro da pedalada e a velocidade de giro da roda traseira. Através desse conhecimento, os conceitos de frequência e período podem ser introduzidos.

Fazendo-se uso de algum referencial na roda da bicicleta, a válvula da câmara de ar, por exemplo, fala-se sobre o conceito de deslocamento angular, comparando-o com o deslocamento linear, surgindo a necessidade de se estabelecer as diferenças entre grandezas escalares e grandezas angulares, daí as relações entre deslocamento angular e deslocamento linear são mostradas, também velocidade linear e velocidade angular.

Faz-se uma comparação simples entre a equação da posição, do movimento retilíneo uniforme, com a equação da posição para o movimento circular uniforme.

Em sequência temos engrenagens ou polias ligadas pelo mesmo eixo ou pelas extremidades e a transmissão de movimento, destacando as suas peculiaridades.

É importante também que o aluno saiba diferenciar grandezas escalares e vetoriais. Para encerrar é dito que mesmo com o movimento circular sendo uniforme, ele é acelerado, pois o vetor velocidade muda de direção, logo deve existir uma aceleração responsável por esse fenômeno, e que recebe o nome de aceleração centrípeta, que é um vetor e que aponta para o centro da trajetória circular. Se faz necessário e é importante que as unidades de todas as grandezas sejam comentadas.

Neste trabalho tem uma seção com algumas sugestões de questões que podem ser aplicadas em avaliações, bem como exercícios de classe ou de casa, ficando a critério do professor leitor do Produto Educacional.

ABORDAGEM FEITA NO PRODUTO EDUCACIONAL COM ILUSTRAÇÕES

A.1 Movimento circular



Figura 19

Em nosso dia a dia vemos pessoas andando de bicicleta, um meio de transporte barato e não poluente. Mas você já se perguntou como funciona a bicicleta? Estudaremos o movimento circular utilizando a roda e o sistema de marchas da bicicleta.

Relação, como também é chamada, é composta pelo conjunto mecânico que transmite a força do ciclista para a bicicleta.

Principais componentes:

- Os pedais;
- O pedivela;
- A corrente;
- Os pinhões (cassete);
- Os câmbios.

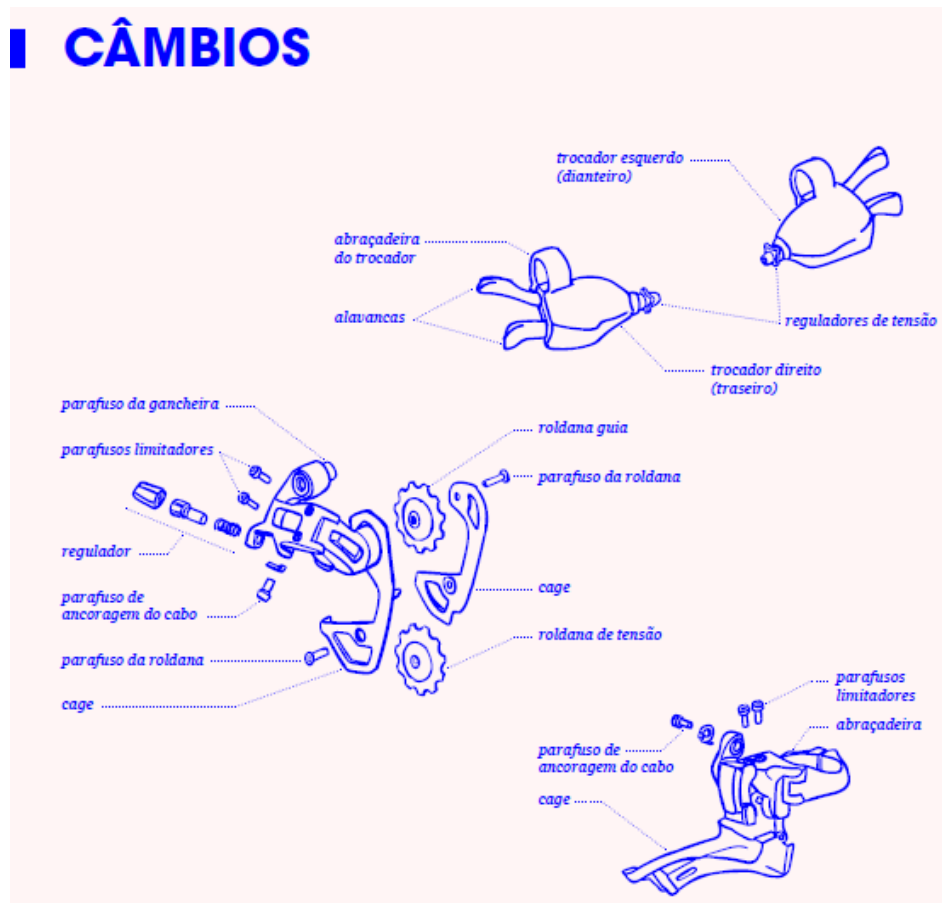


Figura 20

Os câmbios determinam a relação entre a velocidade de giro da pedalada e a velocidade de giro da roda traseira.

Marcha leve: utiliza-se a catraca maior e a coroa menor (velocidade baixa, menos esforço físico).

Marcha pesada: utiliza-se a catraca menor e a coroa maior (velocidade alta, mais esforço físico).

À velocidade da pedalada é chamada de cadência e é medida em rotações por minuto ou rotações por segundo (Hz).

À essas rotações pela medida de tempo dá-se o nome de frequência $\left(f = \frac{n}{\Delta t}\right)$. O tempo que o pedivela demora para dar uma volta completa dá-se o nome de período $\left(T = \frac{\Delta t}{n}\right)$.

Onde:

$n \rightarrow$ número de voltas;

$\Delta t \rightarrow$ intervalo de tempo.

A frequência é o inverso do período e vice-versa.

$$f = \frac{1}{T}$$

Movimento circular é o movimento que acontece quando um corpo realiza trajetórias circulares. Em busca de uma sequência simples e elegante para o aprendizado dos conceitos de Movimento Circular apresento-lhes este material.

Ângulo ou Fase



Figura 21.1



Figura 21.2

Figura 21

Considerando que a roda da bicicleta seja uma circunferência perfeita, e tomando a válvula como referência temos:

- Na figura 21.1 a válvula encontra-se na posição inicial S_0 ;
- Na figura 21.2 a válvula encontra-se na posição S_1 .

Levando em consideração que o giro deu-se no sentido horário.

Qual o espaço percorrido (ΔS) pela válvula?

Qual o deslocamento angular ($\Delta\varphi$) da válvula?

$$C = 2\pi R$$

$$\Delta S = \frac{2\pi R}{4}$$

$$\Delta S = \frac{\pi R}{2}$$

$$\Delta\varphi = 90^\circ = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

Dáí podemos obter a relação entre espaço percorrido e deslocamento angular:

$$\Delta S = \frac{\pi}{2} \cdot R$$

$$\Delta S = \Delta\varphi \cdot R$$

$$\frac{\Delta S}{R} = \Delta\varphi$$

Considerando $\pi = 3$ e que a roda de uma bicicleta possua aproximadamente 35cm de raio, temos que a distância percorrida por uma volta completa desta roda é de:

$$C = 2\pi R$$

$$C = 2 \cdot 3 \cdot 35$$

$$C = 210\text{cm} = 2,1\text{m}$$

No MCU, o período (T) é o tempo de uma volta completa e a frequência (f) indica o número de vezes que o fenômeno se repete na unidade de tempo.

Essa unidade de tempo pode ser:

- rps – rotações por segundo ou Hertz (Hz);
- rpm – rotações por minuto.

E o:

- T – período (s);
- f – frequência (Hz).

A.1.1 Comparando grandezas escalares e grandezas angulares

ΔS – espaço escalar (m)

$\Delta\varphi$ – espaço angular ou fase (rad)

V – velocidade escalar (m/s)

ω – velocidade angular (rad/s)

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

$$V = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi Rf$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

MCU – tem velocidades linear e angular constantes:

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi Rf$$

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

Daí podemos obter a relação entre as velocidades linear e angular.

$$V = \omega R$$

Onde R é o raio da circunferência composta pela roda.

No estudo do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), mostramos que o movimento pode ser representado através da equação horária da posição:

$$S = S_0 + Vt$$

Se dividirmos todos os termos desta equação por R , tomarmos como base a relação entre espaço percorrido e deslocamento angular, e a relação entre as velocidades linear e angular, obteremos:

$$\frac{S}{R} = \frac{S_0}{R} + \frac{Vt}{R}$$

$$\varphi = \varphi_0 + \omega t$$

Como descobrir os deslocamentos angulares?

Através de uma simples regra de três.

Se:

$$\pi \text{ rad} \rightarrow 180^\circ$$

$$X \text{ rad} \rightarrow y^\circ$$

Principais ângulos:

$30^\circ = \frac{\pi}{6}$	$210^\circ = \frac{7\pi}{6}$
$45^\circ = \frac{\pi}{4}$	$225^\circ = \frac{5\pi}{4}$
$60^\circ = \frac{\pi}{3}$	$240^\circ = \frac{4\pi}{3}$
$90^\circ = \frac{\pi}{2}$	$270^\circ = \frac{3\pi}{2}$
$120^\circ = \frac{2\pi}{3}$	$300^\circ = \frac{5\pi}{3}$
$135^\circ = \frac{3\pi}{4}$	$315^\circ = \frac{7\pi}{4}$
$150^\circ = \frac{5\pi}{6}$	$330^\circ = \frac{11\pi}{6}$
$180^\circ = \pi$	$360^\circ = 2\pi$

Figura 22

Engrenagens ou polias e a transmissão de movimento:

- ligadas pelo mesmo eixo:

Nesse momento da aula o foco é a transmissão de movimento das catracas em relação a roda da bicicleta. São fixados adesivos numa cor bem vistosa, tanto na catraca quanto na roda, para que seja observada suas trajetórias, período (T) e frequência (f).

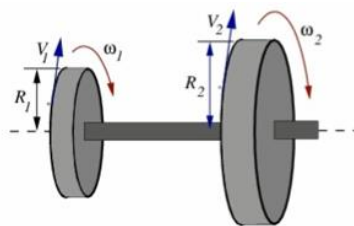


Figura 23

As velocidades angulares das engrenagens são as mesmas, ou seja,

$$\omega_1 = \omega_2$$

$$\frac{V_1}{R_1} = \frac{V_2}{R_2}$$

Isso implica dizer que o período e a frequência da rotação são iguais.

Quanto maior for o raio da engrenagem, maior será a velocidade linear da sua extremidade, porém, o seu período, a sua frequência e sua velocidade angular serão os mesmos em qualquer ponto dessa engrenagem.

- ligadas pela extremidade, por correias ou correntes:

Nesse momento da aula o foco é a transmissão de movimento da coroa em relação as catracas da bicicleta. São fixados adesivos numa cor bem vistosa nas catracas, e toma-se como referência de giro o pedivela do lado direito por exemplo, para que seja observada suas trajetórias, período (T) e frequência (f).



Figura 24

As velocidades lineares das extremidades das engrenagens precisam ser as mesmas, ou seja,

$$V_1 = V_2 = V_3$$

$$\omega_1 R_1 = \omega_2 R_2 = \omega_3 R_3$$

Como $\omega = \frac{2\pi}{T}$, temos $\frac{R_1}{T_1} = \frac{R_2}{T_2} = \frac{R_3}{T_3}$

Ou

$$R_1 f_1 = R_2 f_2 = R_3 f_3$$

Quanto maior for o raio da engrenagem, menor será sua velocidade angular, maior será o seu período e menor será a sua frequência.

Objetos circulares possuem inúmeras aplicações em situações práticas. O uso de polias e engrenagens nos sistemas mecânicos auxilia o funcionamento de diversas máquinas industriais e motores de carros e caminhões. Os movimentos circulares são transmitidos entre si através de dois procedimentos padrões: mesmo eixo ou ligados por correias.

A relação existente entre o número de voltas de cada engrenagem está em função da medida do seu raio. Se uma engrenagem possui o raio três vezes maior que o raio da outra, significa que quando ela der um giro completo a menor irá girar três vezes.

Marcha leve: velocidade baixa (mais pedaladas para deslocar-se pela distância referente à circunferência da roda traseira), menos esforço físico, pois menor é a força exercida pelo ciclista ao pedalar. Devido a estas características esta marcha é ideal para subidas. Utiliza-se a catraca maior e a coroa menor.

Marcha pesada: velocidade alta (menos pedaladas para deslocar-se pela distância referente à circunferência da roda traseira), mais esforço físico, pois maior é a força exercida pelo ciclista. Devido a estas características, deve-se utilizar este tipo de marcha em descidas ou terrenos planos. Utiliza-se a catraca menor e a coroa maior.

Quando a menor coroa está ligada a maior catraca, uma volta completa dos pedais resulta num número menor de voltas dos pneus. Isso faz com que a bicicleta ande em menor velocidade. Porém, o esforço necessário para fazê-la se deslocar é menor.

Quando a coroa maior está ligada pela corrente à menor catraca, uma volta completa dos pedais resulta num maior número de voltas das catracas, fazendo a bicicleta mover-se com maior velocidade.

Por outro lado, nesta combinação, o esforço para andarmos com a bicicleta tem de ser maior, uma vez que, para uma volta completa dos pedais, os pneus da bicicleta dão várias voltas a mais. Assim, somos obrigados a fazer uma força que seja suficiente para nos movermos com uma maior velocidade.

Veja alguns dos inúmeros casos em que temos movimentos circulares envolvidos: motores de automóveis, brinquedos de parques de diversão, limpadores de pára-brisas automotivos, discos, engrenagens, câmbios de bicicletas e de outros veículos, polias e correntes transmissoras de movimentos, esteiras mecanizadas, etc.

As polias utilizam correias ou correntes para transmitir movimento de um eixo para outro. Vamos analisar o caso em que duas polias de raios diferentes são ligadas por uma correia de borracha dita inelástica, desprezando o escorregamento que ocasionalmente ocorre entre os corpos das polias e a correia. As polias são de raios R_a e R_b :

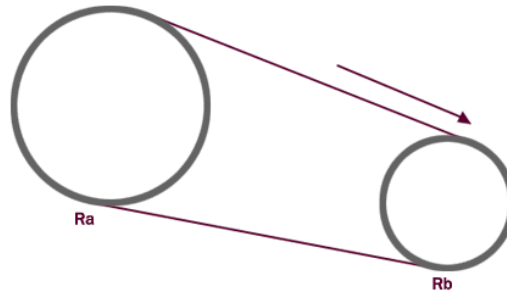


Figura 25

Se não ocorre escorregamento e a polia é inelástica, então todos os pontos da correia e da periferia das polias têm a mesma velocidade escalar, logo:

$$V_a = V_b$$

$$\omega_a R_a = \omega_b R_b$$

$$2\pi f_a R_a = 2\pi f_b R_b$$

$$f_a R_a = f_b R_b$$

As engrenagens também têm ampla aplicação na indústria mecânica. Basicamente, elas são discos dentados que podem ser feitos de diversos metais ou ligas resistentes (para serviços mais pesados, como máquinas, câmbios e motores) ou de plástico (para usos mais leves, como em relógios de parede, por exemplo).

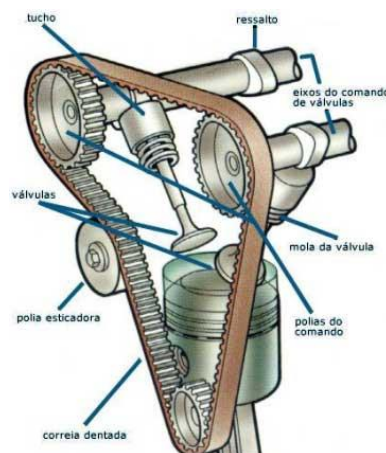


Figura 26

Por meio da combinação de engrenagens de diferentes características, é possível transmitir movimentos e ampliar ou reduzir forças. Nesse caso, é possível dispensar as correias ou polias, fazendo a transmissão diretamente pelo contato entre as engrenagens:



Figura 27

Para um acoplamento formado por uma engrenagem de raio r e n dentes e outra engrenagem de raio R com N dentes, vale a seguinte relação: $r \cdot n = R \cdot N$.

As engrenagens possuem algumas vantagens sobre outros sistemas, quando se utiliza o funcionamento por meio do contato direto dos dentes:

- Evitam o deslizamento entre as engrenagens, fazendo com que os eixos ligados a elas estejam sempre sincronizados um com o outro;
- Tornam possível determinar relações de marchas exatas. Assim, se uma engrenagem tem 60 dentes e a outra tem 20, a relação de marcha quando elas estão engrenadas é de 3:1;
- São feitas de tal maneira que possam trabalhar mesmo que haja imperfeições no diâmetro e na circunferência reais das duas engrenagens, pois a relação de marcha é controlada pelo número de dentes;
- As bicicletas com câmbio funcionam com um conjunto de discos dentados, acionados por corrente de aço. Conforme mudamos a combinação entre eles, conseguimos mais força ou maior velocidade.

A.2 Grandezas escalares e grandezas vetoriais

Grandezas escalares são aquelas que podem ser definidas apenas com um valor e sua unidade de medida. Se te perguntam a temperatura, é comum responder 23°C, por exemplo. Não vemos necessidade de ter mais nenhuma informação.

Outros exemplos de grandezas Físicas são: massa (90 kg), volume (3 litros), distância (60 km), tempo (90 minutos), etc.

Já as grandezas vetoriais necessitam, além do valor e da unidade de medida, informar o sentido e a direção. Elas podem ser representadas por um vetor.

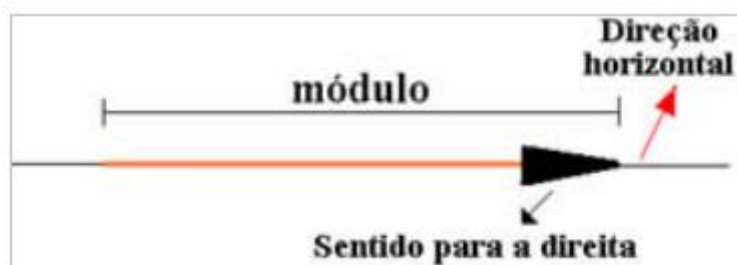


Figura 28

Mais exemplos de grandezas vetoriais são: velocidade, aceleração, campo elétrico e campo magnético, entre outros.

Classifique as Grandezas em Escalares ou Vetoriais

(E) massa	(V) impulso
(E) temperatura	(V) quantidade de movimento
(E) tempo	(E) força eletromotriz
(V) velocidade	(E) corrente elétrica
(V) aceleração	(E) pressão
(V) força	
(E) energia	
(E) trabalho	

Figura 29

A.3 Aceleração centrípeta

No Movimento Circular Uniforme o módulo da velocidade não varia, mas vetorialmente falando, a sua direção sim, logo deve existir uma aceleração responsável para tal mudança de direção, que é denominada de aceleração centrípeta. Ela recebe esse nome porque é um vetor que aponta para o centro da trajetória. A aceleração centrípeta também é chamada de componente normal da aceleração.

No MCU, há sempre aceleração centrípeta perpendicular à velocidade linear.

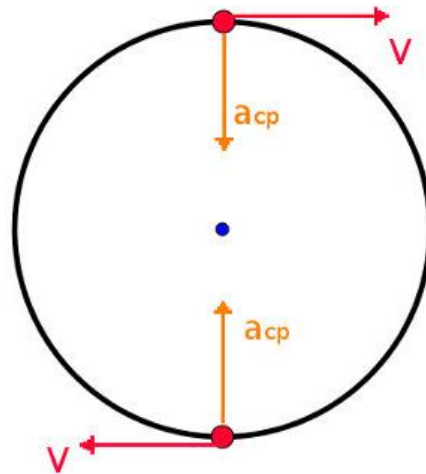


Figura 30

Essa aceleração centrípeta é dada por:

$$a_{cp} = \frac{v^2}{R}$$

Onde:

a_{cp} – aceleração centrípeta (m/s^2);

R – Raio (m).

No Movimento Circular Uniforme (MCU), a velocidade linear é sempre tangencial à curva e perpendicular ao raio.

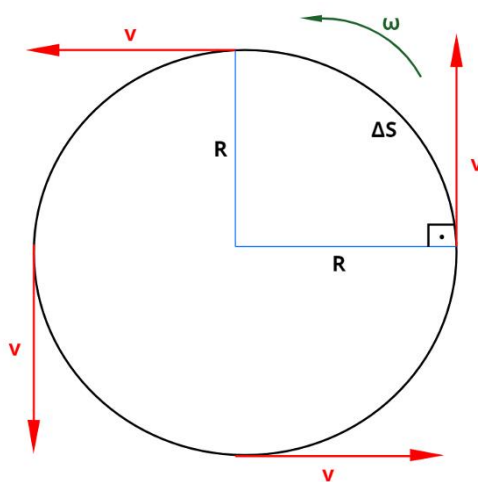


Figura 31

O deslocamento sofrido por um corpo em MCU é dado por:

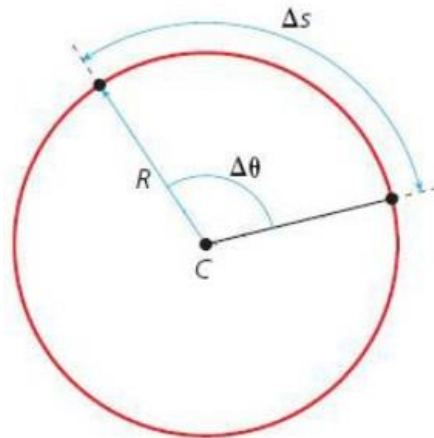


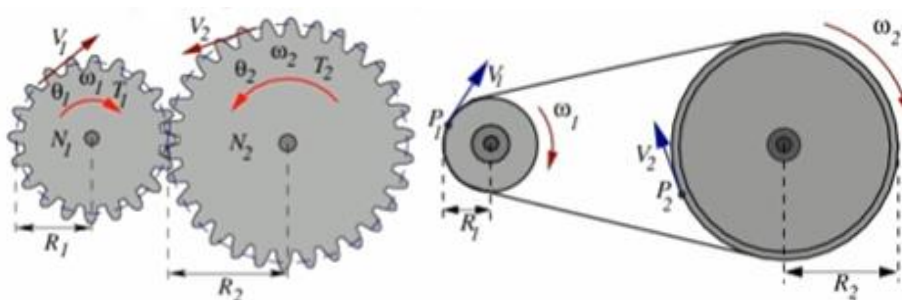
Figura 32

$\Delta S = \Delta\varphi \cdot R$ ou no caso de uma volta completa é dado por $\Delta S = 2\pi \cdot R$

APÊNDICE B – MATERIAL DE APOIO AO PROFESSOR (SUGESTÃO DE QUESTÕES)

As questões a seguir podem ser utilizadas na elaboração de avaliações, em atividades complementares, trabalhos de classe ou de casa, etc.

01. Duas polias A e B com raio medindo 10 cm e 4 cm estão ligadas por meio de uma correia dentada. Qual o número de voltas realizadas pela polia menor quando a maior girar 12 vezes?



Resolução:

As duas figuras foram postas porque o cálculo vale para engrenagens/polias que estejam ligadas por correia, corrente ou pela extremidade.

Consideremos que a polia A dê essas 12 voltas em um segundo, a polia B dará um certo número de voltas nesse mesmo um segundo, logo:

$$\begin{aligned}
 V_A &= V_B \\
 2\pi R_A f_A &= 2\pi R_B f_B \\
 0,1 \cdot 12 &= 0,04 f_B \\
 f_B &= \frac{0,1 \cdot 12}{0,04} \\
 f_B &= 30\text{Hz}
 \end{aligned}$$

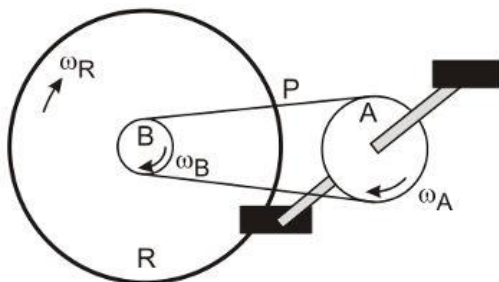
Então, enquanto a polia maior dá 12 voltas a polia B menor 30 voltas.

Uma segunda resolução seria fazer a comparação entre o tamanho dos raios. O raio da polia menor é 2,5 vezes menor que o raio da polia maior, esse número é obtido fazendo-se a divisão de 10 por 4, que são os tamanhos dos raios. Isso quer dizer que a polia menor dará um número maior de voltas do que a polia maior. Enquanto a polia

maior dá 12 voltas, a polia menor dará: $12 \cdot 2,5 = 30\text{Hz}$, ou seja, a polia menor dará 30 voltas ao mesmo tempo que a polia maior dará 12 voltas.

Resposta: 30 voltas.

02. (UFRGS) A figura apresenta esquematicamente o sistema de transmissão de uma bicicleta convencional.



Na bicicleta, a coroa A conecta-se à catraca B por meio da correia P. Por sua vez, B é ligada à roda traseira R, girando com ela quando o ciclista está pedalando. Nessa situação, supondo que a bicicleta se move sem deslizar, as magnitudes das velocidades angulares, ω_A , ω_B e ω_R , são tais que

- a) $\omega_A < \omega_B = \omega_R$.
- b) $\omega_A = \omega_B < \omega_R$.
- c) $\omega_A = \omega_B = \omega_R$.
- d) $\omega_A < \omega_B < \omega_R$.
- e) $\omega_A > \omega_B > \omega_R$.

Resolução:

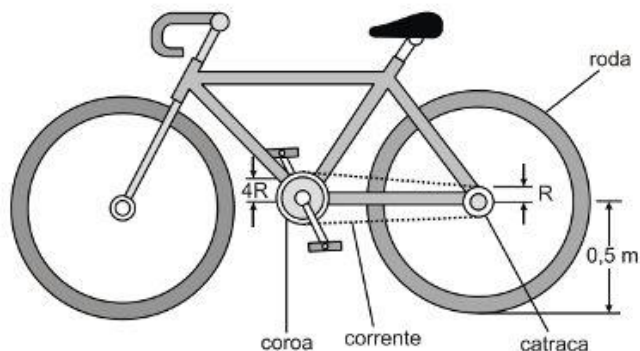
De cara já temos que saber que $\omega_B = \omega_R$.

De acordo com a imagem a coroa (ω_A) é maior que a catraca (ω_B), então um giro da coroa faz a catraca girar mais de uma vez, logo $\omega_A < \omega_B$.

Alternativa: A.

03. Em uma bicicleta, a transmissão do movimento das pedaladas se faz por meio de uma corrente, acoplando um disco dentado dianteiro (coroa) a um disco dentado traseiro (catraca), sem que haja deslizamento entre a corrente e os discos. A catraca, por sua vez,

é acoplada à roda traseira de modo que as velocidades angulares da catraca e da roda sejam as mesmas (ver a seguir figura representativa de uma bicicleta).



Em uma corrida de bicicleta, o ciclista desloca-se com velocidade escalar constante, mantendo um ritmo estável de pedaladas, capaz de imprimir no disco dianteiro uma velocidade angular de 4 rad/s , para uma configuração em que o raio da coroa é $4R$, o raio da catraca é R e o raio da roda é $0,5\text{ m}$. Com base no exposto, conclui-se que a velocidade escalar do ciclista é:

- a) 2 m/s .
- b) 4 m/s .
- c) 8 m/s .
- d) 12 m/s .
- e) 16 m/s .

Resolução:

$$\omega_{\text{coroa}} = 4\text{ rad/s.}$$

O raio da coroa é 4 vezes maior que o raio da catraca, isso quer dizer que esta dará 4 voltas enquanto a coroa dá 1 volta, ou seja, a velocidade angular da catraca $\omega_{\text{catraca}} = 16\text{ rad/s}$, como a catraca está ligada a roda sob o mesmo eixo, esta terá a mesma velocidade angular, logo, utilizando-se da relação entre as velocidades angular e linear temos:

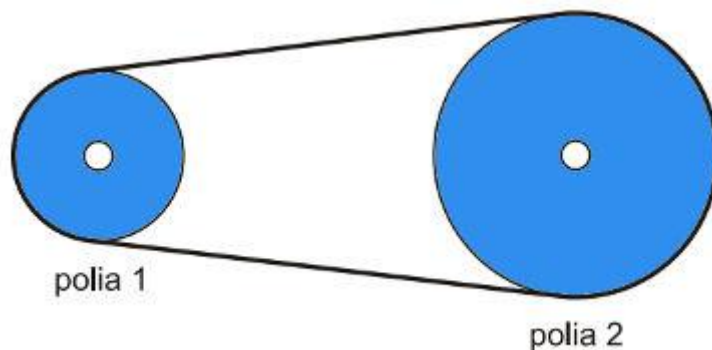
$$V = \omega R$$

$$V = 16 \cdot 0,5$$

$$V = 8\text{ m/s}$$

Alternativa: C.

04. As duas polias da figura abaixo estão acopladas por meio de uma correia e estão girando em sentido anti-horário. Sabendo que o raio da polia 2 é o dobro do raio da polia 1, marque a alternativa que mostra a relação correta entre as frequências das polias.



- a) $f_2 = 2.f_1$.
- b) $f_1 = 2,5.f_2$.
- c) $f_1 = 4.f_2$.
- d) $f_2 = 8.f_1$.
- e) $f_1 = 2.f_2$.

Resolução:

Seguindo o mesmo raciocínio das questões anteriores, se uma polia tem o dobro do tamanho do raio que a outra, isso quer dizer que enquanto a maior gira uma vez, a menor gira duas vezes, logo: $f_1 = 2f_2$.

Alternativa: E.

05. Os lançamentos de foguetes são feitos preferencialmente em regiões do globo próximas à linha do equador. Marque a alternativa que explica o motivo pelo qual esses lançamentos são feitos em tais regiões.

- a) As regiões próximas à linha do Equador possuem maior velocidade angular, o que auxilia no lançamento dos foguetes.
- b) Próximo à linha do equador, a atuação da gravidade sobre o foguete é menor, facilitando o lançamento.

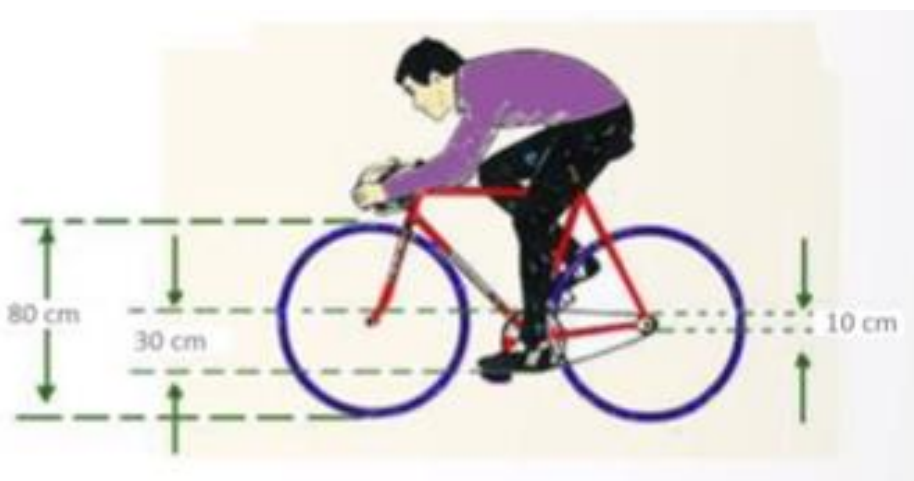
- c) Nas regiões afastadas da linha do equador, não há velocidade angular suficiente para facilitar o lançamento dos foguetes.
- d) Os lançamentos são feitos próximo à linha do Equador porque nessas regiões os valores da velocidade linear de rotação da Terra são maiores.
- e) Nenhuma das alternativas.

Resolução:

Todas as regiões do planeta possuem a mesma velocidade angular, portanto, de acordo com a relação $v = \omega.R$, para as velocidades linear (v) e angular (ω), a região que possuir maior raio terá a maior velocidade linear. Essa velocidade maior auxilia o lançamento do foguete.

Alternativa: D

06. Quando se dá uma pedalada na bicicleta da figura (isto é, quando a coroa acionada pelos pedais dá uma volta completa), qual é a distância aproximada percorrida pela bicicleta, sabendo-se que o comprimento de um círculo de raio R é igual a $2\pi R$, onde $\pi = 3$?



- a) 1,2m.
- b) 2,4m.
- c) 7,2m.
- d) 14,4m.
- e) 48m.

Resolução:

De acordo com a imagem a coroa é três vezes maior do que a catraca, isso quer dizer que enquanto a coroa dá 1 volta, a catraca dá 3 voltas. Enquanto a catraca gira a roda gira junto, então esta também dará 3 voltas, logo a distância percorrida pela bicicleta ao dar-se uma pedalada será:

$$S = 3 \cdot 2\pi R$$

$$S = 3 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 0,4$$

$$S = 7,2m$$

Alternativa: C.

07. Duas polias de raios R_1 e R_2 estão ligadas entre si por uma correia. Sendo $R_1 = 4R_2$ e sabendo-se que a polia de raio R_2 efetua 60rpm, a frequência da polia de raio R_1 em rpm, é:

- a) 240.
- b) 120.
- c) 60.
- d) 30.
- e) 15.

Resolução:

Como $R_1 = 4R_2$, enquanto a polia 1 dá 1 volta a polia 2 dá 4 voltas, então a frequência da polia 1 é 4 vezes menor do que da polia 2, logo:

$$f_1 = \frac{f_2}{4}$$

$$f_1 = \frac{60}{4}$$

$$f_1 = 15Hz$$

Alternativa: E.

08. Com relação ao funcionamento de uma bicicleta de marchas, onde cada marcha é uma combinação de uma das coroas dianteiras com uma das coroas traseiras, são formuladas as seguintes alternativas:

I. numa bicicleta que tenha duas coroas dianteiras e cinco traseiras, temos um total de dez marchas possíveis onde cada marcha representa a associação de uma das coroas dianteiras com uma das traseiras.

II. em alta velocidade, convém acionar a coroa dianteira de maior raio com a coroa traseira de maior raio também.

III. em uma subida íngreme, convém acionar a coroa dianteira de menor raio e a coroa traseira de maior raio.

Entre as afirmações anteriores, estão corretas:

a) I e III apenas.

b) I, II e III apenas.

c) II apenas

d) III apenas.

e) I e II apenas.

Resolução:

Alternativa: A.

09. Em uma bicicleta com roda de 1m de diâmetro, um ciclista necessita dar uma pedalada para que a roda gire duas voltas. Quantas pedaladas por minuto deve dar o ciclista para manter uma velocidade constante de 6π km/h?

a) 300.

b) 200.

c) 150.

d) 100.

e) 50.

Resolução:

$$V = \omega R$$

$$\frac{6\pi}{3,6} = \omega \cdot 0,5$$

$$\frac{6\pi}{3,6 \cdot 0,5} = \omega$$

$$\omega = \frac{6\pi}{1,8} = \frac{\pi}{0,3} \text{ rad/s (velocidade angular da roda)}$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$\frac{\pi}{0,3} = 2\pi f$$

$$f = \frac{\pi}{0,3 \cdot 2\pi} = \frac{1}{0,6} \text{ Hz (frequência da roda)}$$

Se com uma pedalada a roda gira duas vezes, então:

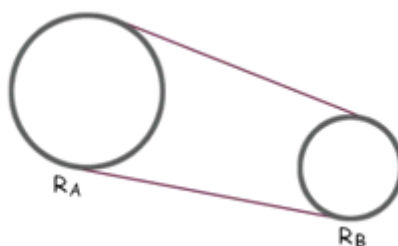
$$f = \frac{1}{\frac{0,6}{2}} = \frac{1}{1,2} \text{ Hz (frequência da pedalada em Hz)}$$

A questão quer saber o número de pedaladas por minuto, então:

$$f = \frac{1}{1,2} \cdot 60 = 50 \text{ pedaladas por minuto}$$

Alternativa: E.

10. A figura mostra polias cujos raios correspondem a $R_A = 30 \text{ cm}$ e $R_B = 5 \text{ cm}$. Determine as rotações realizadas pela polia B, sabendo que a frequência de rotação em A é de 10 rpm.



Resolução:

Seguindo a mesma linha de raciocínio das questões anteriores, a polia A é 6 vezes maior que a polia B, então enquanto a polia A gira 1 vez a polia B gira 6 vezes, então se a polia A gira com uma frequência $f_A = 10 \text{ rpm}$, a polia B girará com uma frequência $f_B = 60 \text{ rpm}$.

Resposta: $f_B = 60 \text{ rpm}$.

11. Um estudante usa sua bicicleta para chegar à escola. Durante o percurso, o aluno dá uma pedalada por segundo, numa bicicleta em que:

- O raio da catraca $R_{\text{catraca}} = 6 \text{ cm}$

- O raio da coroa $R_{coroa} = 12$ cm
- O raio da roda é $R = 20$ cm

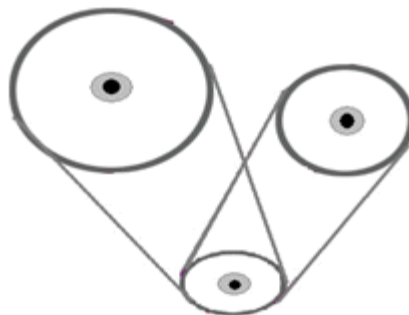
Determine a velocidade angular da catraca desta bicicleta.

Resolução:

$$\begin{aligned}
 V_{coroa} &= V_{catraca} \\
 \omega_{coroa} R_{coroa} &= \omega_{catraca} R_{catraca} \\
 \omega_{coroa} R_{coroa} &= \omega_{catraca} R_{catraca} \\
 \frac{2\pi}{T_{coroa}} \cdot R_{coroa} &= \omega_{catraca} R_{catraca} \\
 \frac{2\pi}{T_{coroa} \cdot R_{catraca}} \cdot R_{coroa} &= \omega_{catraca} \\
 \omega_{catraca} &= \frac{2\pi}{T_{coroa} \cdot R_{catraca}} \cdot R_{coroa} \\
 \omega_{catraca} &= \frac{2\pi}{1 \cdot 0,06} \cdot 0,12 \\
 \omega_{catraca} &= 4\pi \text{ rad/s}
 \end{aligned}$$

Resposta: 4π rad/s.

12. Três polias de raios iguais a 10 cm, 20 cm e 40 cm, estão conectadas, sem escorregamento, por duas correias mantidas tensas. Se a polia de raio maior gira com frequência de 5 Hz, a polia de tamanho intermediário tem frequência, em Hz, de:



- 5.
- 10.
- 20.
- 25.

e) 40.

Resolução:

Alternativa: B

13. Uma criança, montada em um velocípede, se desloca em trajetória retilínea com velocidade constante em relação ao chão. A roda dianteira descreve uma volta completa em um segundo. O raio da roda dianteira vale 24 cm e o das traseiras 16 cm. Podemos afirmar que as rodas traseiras do velocípede completam uma volta em aproximadamente:

a) $1/2$ s.

b) $2/3$ s.

c) 1s.

d) $3/2$ s.

e) 2 s.

Resolução:

Alternativa: B.

14. Sobre o movimento circular uniforme, assinale o que for correto.

01. Período é o intervalo de tempo que um móvel gasta para efetuar uma volta completa.

02. A frequência de rotação é dada pelo número de voltas que um móvel efetua por unidade de tempo.

04. A distância que um móvel em movimento circular uniforme percorre ao efetuar uma volta completa é diretamente proporcional ao raio de sua trajetória.

08. Quando um móvel efetua um movimento circular uniforme, sobre ele atua uma aceleração centrípeta, a qual é responsável pela mudança na direção da velocidade do móvel.

16. O módulo da aceleração centrípeta é diretamente proporcional ao raio de sua trajetória.

Resolução:

Resposta: 15.

15. Para serrar os ossos e carnes congeladas, um açougueiro utiliza uma serra de fita que possui três polias e um motor. O equipamento pode ser montado de duas formas diferentes, P e Q. Por questão de segurança, é necessário que a serra possua menor velocidade linear.

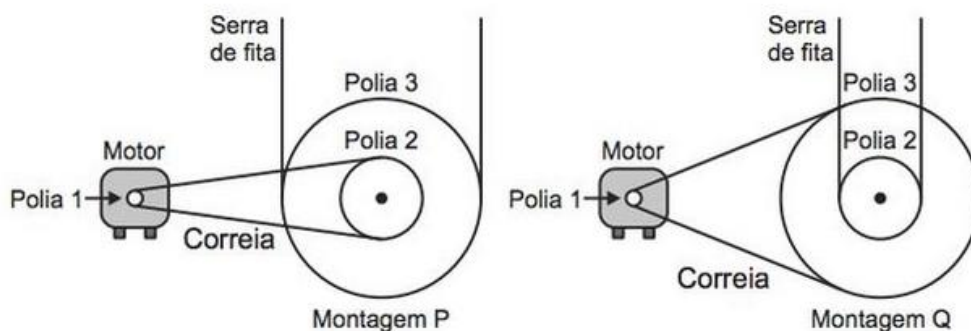


Foto: Enem / Reprodução

Por qual montagem o açougueiro deve optar e qual a justificativa desta opção?

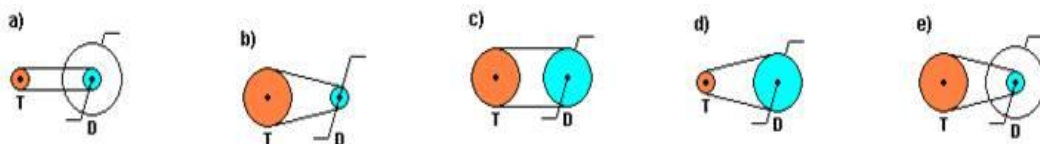
- Q, pois as polias 1 e 3 giram com velocidades lineares iguais em pontos periféricos e a que tiver maior raio terá menor frequência.
- Q, pois as polias 1 e 3 giram com frequências iguais e a que tiver maior raio terá menor velocidade linear em um ponto periférico.
- P, pois as polias 2 e 3 giram com frequências diferentes e a que tiver maior raio terá menor velocidade linear em um ponto periférico.
- P, pois as polias 1 e 2 giram com diferentes velocidades lineares em pontos periféricos e a que tiver menor raio terá maior frequência.
- Q, pois as polias 2 e 3 giram com diferentes velocidades lineares em pontos periféricos e a que tiver maior raio terá menor frequência.

Resolução:

Alternativa: A.

16. Um cidadão brasileiro resolve construir uma bicicleta com objetivo de contribuir para a melhoria da qualidade do ar e de sua própria saúde. A bicicleta possui uma corrente que

liga uma coroa dentada dianteira (D) movimentada pelos pedais, a uma coroa localizada no eixo da roda traseira (T). O rendimento da roda traseira depende do tamanho relativo das coroas. Dos esquemas das coroas representadas a seguir, a roda traseira que dá o maior número de voltas por pedaladas é:



Resolução:

Alternativa: D.

17. Uma melhor mobilidade urbana aumenta a segurança no trânsito e passa pela “convivência pacífica” entre carros e bicicletas. A figura abaixo mostra uma bicicleta com as rodas de transmissão, coroa e catraca, sendo que a catraca é ligada à roda traseira, girando juntamente com ela quando o ciclista está pedalando.



Em relação à situação acima, marque com V as afirmações verdadeiras e com F as falsas.

- () A velocidade linear de um ponto na periferia da catraca é igual a de um ponto na periferia de coroa.
- () A velocidade linear de um ponto na periferia da catraca é menor que a de um ponto na periferia da roda.
- () A velocidade angular da coroa é menor que a velocidade angular da catraca.
- () A velocidade angular da catraca é igual a velocidade angular da roda.

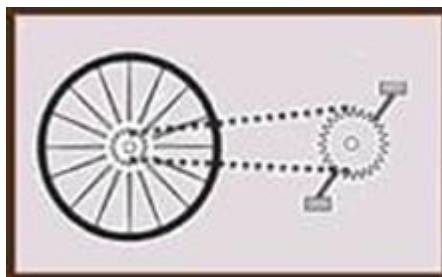
A sequência correta, de cima para baixo, é:

- a) F – F – V – F.
- b) F – V – F – V.
- c) V – V – V – V.
- d) V – F – F – V.

Resolução:

Alternativa: C.

18. Um ciclista movimenta-se com sua bicicleta em linha reta a uma velocidade constante de 18 km/h. O pneu, devidamente montado na roda, possui diâmetro igual a 70 cm. No centro da roda traseira, presa ao eixo, há uma roda dentada de diâmetro 7,0 cm. Junto ao pedal e preso ao seu eixo há outra roda dentada de diâmetro 20 cm. As duas rodas dentadas estão unidas por uma corrente, conforme mostra a figura.



Não há deslizamento entre a corrente e as rodas dentadas.

Supondo que o ciclista imprima aos pedais um movimento circular uniforme, assinale a alternativa correta para o número de voltas por minuto que ele impõe aos pedais durante esse movimento. Nesta questão, considere $\pi = 3$.

- a) 0,25 rpm.
- b) 2,50 rpm.
- c) 5,00 rpm.
- d) 25,0 rpm.
- e) 50,0 rpm.

Resolução:

A roda gira com velocidade $V = 18\text{km/h} = 5\text{m/s}$. A catraca tem o raio 10 vezes menor que a roda, logo sua velocidade é $V = 0,5\text{m/s}$, então essa será a velocidade do giro do pedal também. Calculemos o período do pedal:

$$V = \frac{2\pi R}{T}$$

$$0,5 = \frac{2 \cdot 3 \cdot 0,1}{T}$$

$$T = \frac{0,6}{0,5} = 1,2\text{s}$$

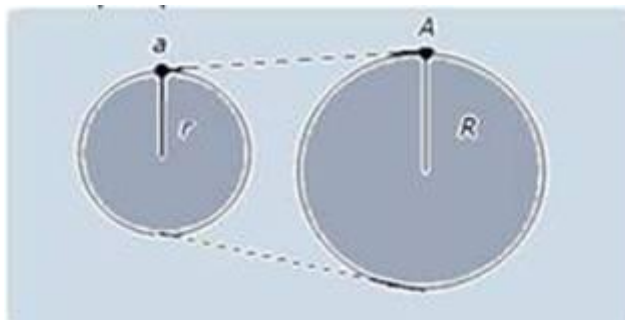
$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1}{1,2}\text{Hz}$$

$$\frac{1}{1,2} \cdot 60 = 50\text{rpm} \text{ (número de voltas do pedal por minuto)}$$

Alternativa: E.

19. Duas rodas de raios R e r , com $R > r$, giram acopladas por meio de uma correia inextensível que não desliza em relação às rodas. No instante inicial, os pontos A e a se encontram na posição mais alta, conforme a figura abaixo. Qual deve ser a razão R/r para que após $2/3$ de giro completo da roda grande, o ponto a esteja na mesma posição inicial pela primeira vez?



- a) $2/3$.
- b) $2\sqrt{3}$.
- c) $3/2$.
- d) 6.

Resolução:

$$V_a = V_A$$

$$2\pi r f_a = 2\pi R f_A$$

$$r \cdot 1 = R \frac{2}{3}$$

$$\frac{3}{2} = \frac{R}{r}$$

Alternativa: C.

20. Anemômetros são instrumentos usados para medir a velocidade do vento. A sua construção mais conhecida é a proposta por Robinson em 1846, que consiste em um rotor com quatro conchas hemisféricas presas por hastes, conforme figura abaixo.



Em um anemômetro de Robinson ideal, a velocidade do vento é dada pela velocidade linear das conchas. Um anemômetro em que a distância entre as conchas e o centro de rotação é $r = 25\text{cm}$, em um dia cuja velocidade do vento é $v = 18 \text{ km/h}$, teria uma frequência de rotação, em rpm, de:

Se necessário, considere $\pi \approx 3$.

- a) 3.
- b) 200.
- c) 720.
- d) 1200.

Resolução:

$$V = 18\text{km/h} = 5\text{m/s}$$

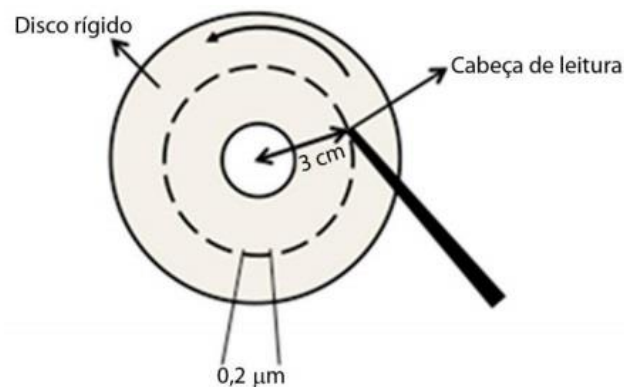
$$V = 2\pi Rf$$

$$5 = 2 \cdot 3 \cdot 0,25f$$

$$f = \frac{5}{1,5} \cong 3,3\text{Hz}$$

Alternativa: B.

21. Considere um computador que armazena informações em um disco rígido que gira a uma frequência de 120 Hz. Cada unidade de informação ocupa um comprimento físico de $0,2\mu\text{m}$ na direção do movimento de rotação do disco. Quantas informações magnéticas passam, por segundo, pela cabeça de leitura, se ela estiver posicionada a 3 cm do centro de seu eixo, como mostra o esquema simplificado apresentado abaixo? (Considere $\pi \approx 3$).



a) $1,62 \cdot 10^6$.

b) $1,8 \cdot 10^6$.

c) $64,8 \cdot 10^8$.

d) $1,08 \cdot 10^8$.

Resolução:

$$V = 2\pi Rf = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

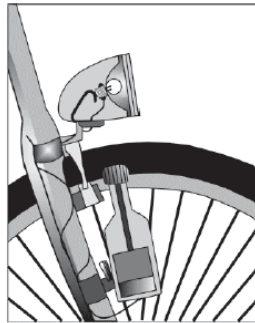
$$\Delta S = 2 \cdot 3 \cdot 0,03 \cdot 120 \cdot 1$$

$$\Delta S = 21,6\text{m}$$

$$\frac{21,6}{0,2 \cdot 10^{-6}} = 108 \cdot 10^6 \text{ (informações)}$$

Alternativa: D.

22. Um ciclista pedala sua bicicleta, cujas rodas completam uma volta a cada 0,5s. Em contato com a lateral do pneu dianteiro da bicicleta, está o eixo de um dínamo que alimenta uma lâmpada, conforme a figura. Os raios da roda dianteira da bicicleta e do eixo do dínamo são, respectivamente, $R = 50\text{cm}$ e $r = 0,8\text{cm}$. Determine:



- a) os módulos das velocidades angulares ω_R da roda dianteira da bicicleta e ω_D do eixo do dínamo, em rad/s.
 b) o tempo T que o eixo do dínamo leva para completar uma volta.

NOTE E ADOTE

$$\pi = 3$$

Considere que o contato do eixo do dínamo com o pneu se dá em $R = 50\text{cm}$.

Resolução:

$$T_R = 0,5\text{s}$$

$$f_R = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,5} = 2\text{Hz}$$

$$\omega_R = 2\pi f_R$$

$$\omega_R = 2 \cdot 3 \cdot 2 = 12\text{rad/s}$$

$$V_R = V_D$$

$$\omega_R R_R = \omega_D R_D$$

$$12 \cdot 50 = \omega_D \cdot 0,8$$

$$\omega_D = 750\text{rad/s}$$

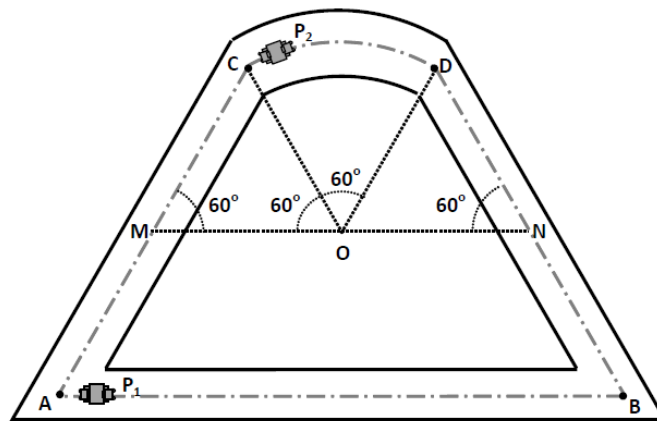
$$V_R = V_D$$

$$\frac{2\pi R_R}{T_R} = \frac{2\pi R_D}{T_D}$$

$$\frac{50}{0,5} = \frac{0,8}{T_D}$$

$$T_D = 0,008\text{s}$$

23. Em um centro de diversões, existe um brinquedo em que dois competidores “dirigem”, cada um, certo carrinho, de pequenas dimensões (P_1 e P_2). O carrinho P_1 é acelerado constantemente, a partir do repouso, no ponto A, e após 3s, se choca com um obstáculo localizado no ponto B. O carrinho P_2 se desloca com velocidade escalar constante e percorre o arco de circunferência CD no mesmo intervalo de tempo em que o carrinho P_1 percorreu o segmento de reta AB, paralelo a \overline{MN} . Sabendo-se que M é ponto médio de \overline{AC} e que o módulo da aceleração do carrinho P_1 é 2m/s^2 , a velocidade angular e o módulo aproximado da velocidade tangencial do carrinho P_2 são, respectivamente



- a) $\frac{\pi}{18}$ rad/s e 0,5m/s.
 b) $\frac{\pi}{18}$ rad/s e 1,0m/s.
 c) $\frac{\pi}{18}$ rad/s e 1,5m/s.
 d) $\frac{\pi}{9}$ rad/s e 0,5m/s.
 e) $\frac{\pi}{9}$ rad/s e 1,0m/s.

Resolução:

$$\varphi = \varphi_0 + \omega t$$

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{t}$$

$$\omega = \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{9} \text{ rad/s}$$

$$V = \omega R$$

$$V = \omega \cdot \frac{\Delta S_{AB}}{3}$$

$$V = \omega \cdot \frac{at^2}{3}$$

$$V = \omega \cdot \frac{at^2}{6}$$

$$V = \frac{\pi}{9} \cdot \frac{2(3)^2}{6}$$

$$V = \frac{2\pi}{6} \cong 1m/s$$

Alternativa: E.

24. Dois automóveis realizam uma corrida em um circuito “oval”. Observa-se que o automóvel A dá uma volta completa a cada intervalo de 1min20s, enquanto que o B realiza, nesse mesmo tempo, 90% de volta. Estando o carro A meia volta atrás do carro B, o tempo necessário para que o carro A alcance o B será de

- a) 9min10s.
- b) 8min50s.
- c) 7min20s.
- d) 7min50s.
- e) 6min40s.

Resolução:

$$V_A = \frac{2\pi R}{T_A} = \frac{2\pi R}{80}$$

$$V_B = \frac{9}{10} \frac{2\pi R}{T_B} = \frac{1,8\pi R}{80}$$

$$S_A = S_{0A} + V_A t$$

$$S_A = 0 + \frac{2\pi R}{80} t$$

$$S_A = \frac{2\pi R}{80} t$$

$$S_B = S_{0B} + V_B t$$

$$S_B = \frac{2\pi R}{2} + \frac{1,8\pi R}{80} t$$

$$S_B = \pi R + \frac{1,8\pi R}{80} t$$

$$S_A = S_B$$

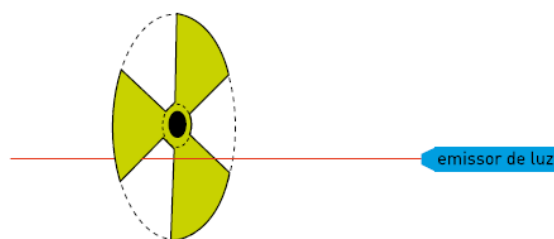
$$\frac{2\pi R}{80}t = \pi R + \frac{1,8\pi R}{80}t$$

$$\frac{0,2\pi R}{80}t = \pi R$$

$$t = 400s$$

Alternativa: E.

25. Um feixe de raios paralelos de luz é interrompido pelo movimento de três pás de um ventilador. Essa interrupção gera uma série de pulsos luminosos. Admita que as pás e as aberturas entre elas tenham a forma de trapézios circulares de mesma área, como ilustrado abaixo.



Se as pás executam 3 voltas completas por segundo, o intervalo de tempo entre o início e fim de cada pulso de luz é igual, em segundos, ao inverso de:

- a) 3.
- b) 6.
- c) 12.
- d) 18.

Resolução:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{3}s$$

$$t = \frac{1}{\frac{3}{6}} = \frac{1}{18}s$$

Alternativa: D.

26. (FUVEST SP/2018) Uma caminhonete, de massa 2.000 kg, bateu na traseira de um sedã, de massa 1.000 kg, que estava parado no semáforo, em uma rua horizontal. Após o

impacto, os dois veículos deslizaram como um único bloco. Para a perícia, o motorista da caminhonete alegou que estava a menos de 20 km/h quando o acidente ocorreu. A perícia constatou, analisando as marcas de frenagem, que a caminhonete arrastou o sedã, em linha reta, por uma distância de 10 m. Com este dado e estimando que o coeficiente de atrito cinético entre os pneus dos veículos e o asfalto, no local do acidente, era 0,5, a perícia concluiu que a velocidade real da caminhonete, em km/h, no momento da colisão era, aproximadamente

Note e adote:

Aceleração da gravidade: 10 m/s².

Desconsidere a massa dos motoristas e a resistência do ar.

- a) 10.
- b) 15.
- c) 36.
- d) 48.
- e) 54.

Resolução:

$$Q_A = Q_D$$

$$m_1 V_1 + m_2 V_2 = m_1 V'_1 + m_2 V'_2$$

$$2000V_1 + 1000 \cdot 0 = 2000V_0 + 1000V_0$$

$$2000V_1 = 3000V_0$$

$$(1) V_1 = \frac{3}{2} V_0$$

$$V_1 = \frac{3}{2} \cdot 10 = 15 \text{ m/s} = 54 \text{ km/h}$$

$$V^2 = V_0^2 + 2a \cdot \Delta S$$

$$0 = V_0^2 + 2a \cdot \Delta S$$

$$(2) V_0^2 = -2a \cdot \Delta S$$

$$F_R = ma$$

$$-F_{at} = ma$$

$$-\mu N = ma$$

$$-\mu mg = ma$$

$$(3) -\mu g = a$$

$$a = -0,5 \cdot 10 = -5m/s^2 \text{ (usar em 2)}$$

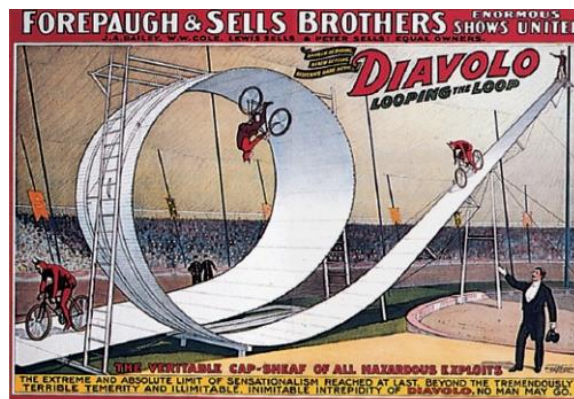
$$V_0^2 = -2a \cdot \Delta S$$

$$V_0^2 = -2 \cdot (-5) \cdot 10$$

$$V_0 = 10m/s \text{ (usar em 1)}$$

Alternativa: E.

27. Graças aos automóveis, estamos mais acostumados com o movimento circular horizontal do que com o movimento circular vertical. Neste exemplo, um movimento circular vertical parece violar a força da gravidade. Em 1901, em um espetáculo de circo, Allo “Dare Devil” Diavolo apresentou pela primeira vez um número de acrobacia que consistia em descrever um loop vertical pedalando um a bicicleta. Supondo que o loop seja um círculo, de raio $R = 2,5 \text{ m}$, qual é a menor velocidade v que Diavolo podia ter na parte mais alta do loop para permanecer em contato com a pista?



Resolução:

$$F_{cp} = P + N$$

$$\frac{mV^2}{R} = mg + N$$

$$V^2 = Rg$$

$$V = \sqrt{Rg}$$

$$V = \sqrt{2,5 \cdot 10}$$

$$V = \sqrt{25}$$

$$V = 5m/s$$

28. Um ciclista se move em um círculo de 25,0 m de raio a uma velocidade constante de 9,00 m/s. A massa do conjunto ciclista-bicicleta é 85,0 kg. Calcule o módulo:

a) da força de atrito que a pista exerce sobre a bicicleta.

b) da força resultante que a pista exerce sobre a bicicleta

Resolução:

$$F_{at} = F_{cp}$$

$$F_{at} = \frac{mV^2}{R}$$

$$F_{at} = \frac{85(9)^2}{25}$$

$$F_{at} = 275,4N$$

$$F_R^2 = F_{at}^2 + N^2$$

$$F_R^2 = F_{at}^2 + (mg)^2$$

$$F_R^2 = 275,4^2 + (85 \cdot 10)^2$$

$$F_R^2 = 75845,16 + 722500$$

$$F_R^2 = 798345,16$$

$$F_R = 893,5N$$

29. O comprimento do braço do pedal de uma bicicleta é 0,152 m, e uma força de 111 N é aplicada ao pedal pelo ciclista. Qual é o módulo do torque em relação ao eixo do braço do pedal quando o braço faz um ângulo de 30°, 90°, 180° com a vertical?

Resolução:

$$M_0 = F \cdot d \cdot \text{sen}\theta$$

$$M_0 = 111 \cdot 0,152 \cdot \text{sen}30^\circ$$

$$M_0 = 8,436Nm$$

$$M_0 = 111 \cdot 0,152 \cdot \text{sen}90^\circ$$

$$M_0 = 16,872Nm$$

$$M_0 = 111 \cdot 0,152 \cdot \text{sen}180^\circ$$

$$M_0 = 0$$

30. Nessa época de pandemia do COVID-19 muitos atletas de ciclismo estão fazendo seus treinos em casa. Eles usam um equipamento chamado rolo de treino. Este equipamento

consiste em fixar a roda traseira da bicicleta num cavalete fazendo com que ela fique ligeiramente suspensa e encostada num rolo móvel. Ver figuras.



Existe uma gama enorme de rolos de treino, desde o mais simples ao mais interativo. Como funciona? Na bicicleta vão os sensores de velocidade que fica no cubo (eixo) da roda traseira, cadência e potência, ambos no pedivela, todos bluetooth, e um receptor que fica ligado ao computador ou TV Smart que irão receber os sinais desses sensores e codificá-los para serem exibidos na tela. Com essas informações o atleta consegue realizar seu treino como se estivesse na rua, e ainda existem jogos interativos que usam essas informações dos sensores e através da rede de computadores, internet, une atletas no mundo todo. Supondo que a bicicleta esteja equipada com um pedivela cuja coroa possua 52 dentes e que este esteja transmitindo potência à roda traseira por meio uma catraca de 13 dentes. Suponha também que o atleta consiga desenvolver uma cadência de 108rpm. Considere $\pi = 3$ e que o raio da roda seja $R = 35\text{cm}$. Qual seria a velocidade mostrada pelo sensor de velocidade?

Resolução:

$$\begin{aligned}
 V_c &= V_C \\
 2\pi R_c f_c &= 2\pi R_C f_C \\
 13f_c &= 52 \cdot 1,8 \\
 f_c &= 7,2\text{Hz} \\
 \omega &= 2\pi f \\
 \omega_R &= 2\pi f_c \\
 \omega_R &= 2 \cdot 3 \cdot 7,2 \\
 \omega_R &= 43,2\text{rad/s} \\
 V &= 43,2 \cdot 0,35
 \end{aligned}$$

$$V \cong 15,1m/s \cong 54,4km/h$$

31. Nas bicicletas mais antigas eram utilizados marcadores de velocidade que eram configurados de acordo com o tamanho da roda. Se por um acaso o usuário configurasse errado, o equipamento iria dar uma velocidade ligeiramente errada. Supondo que um aro de 26" tenha aproximadamente 33cm de raio e um aro 29" tenha 36cm de raio, diga em quilômetros horários, de quanto seria essa diferença caso o equipamento fosse instalado numa 26" com a configuração de uma 29".

Resolução:

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta S}{V}$$

$$\frac{\Delta S_1}{V_1} = \frac{\Delta S_2}{V_2}$$

$$2\pi \frac{R_1}{V_1} = 2\pi \frac{R_2}{V_2}$$

$$\frac{33}{V_1} = \frac{36}{V_2}$$

$$33V_2 = 36V_1$$

$$V_2 = \frac{12V_1}{11}$$

A resposta encontrada quer dizer que quando configurado como sendo 29", o visor mostrará 12km/h, mas na verdade a velocidade será de 11km/h por exemplo, uma diferença de aproximadamente 0,09km/h.