



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS,
MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS

PRODUTO EDUCACIONAL

**FISICAHOOT!: Voando alto com
a Física.**

RICARDO ADÔNIS PACHECO

JOINVILLE, SC

2025

Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Programa: ENSINO DE CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS

Nível: MESTRADO PROFISSIONAL

Área de Concentração: Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias.

Linha de Pesquisa: Práticas Educativas e Processos de Aprendizagem no Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias

Título: FISICAHOOT!: voando alto com a física.

Autor: Ricardo Adônis Pacheco

Orientador: Kariston Pereira

Data: 15/12/2025

Produto Educacional: Jogo didático.

Nível de ensino: Ensino Médio.

Área de Conhecimento: Física.

Tema: Força, energia, fluidos, transferência de calor, cinemática e conversão de unidades de medidas.

Descrição do Produto Educacional:

Esse produto educacional foi criado como ferramenta para que os alunos aprendam ou exercitem seus conhecimentos de física de forma mais interativa, proporcionando aumento de interesse e engajamento de acordo com a EMEI de Carminatti e Clement (2018), fruto de pesquisa e interação com os conceitos da aviação, permitindo a entrada em um círculo mágico durante o jogo, onde o desafio de testar seus conhecimentos se torna um campeonato. O jogo aborda vários conceitos de física, dentre eles força, energia, cinemática, conceitos sobre fluidos e transferência de calor e também conversão de unidades. Não obstante o jogo é flexível a ponto de poder ser aplicado em vários ambientes e modificado para se enquadrar em diversos cenários.

Biblioteca Universitária UDESC: <http://www.udesc.br/bibliotecauniversitaria>

Publicação Associada: Um jogo didático para auxiliar na aprendizagem de física por meio das ciências aeronáuticas

URL: <http://www.udesc.br/cct/ppgecmt>

Arquivo	*Descrição	Formato
Registrar tamanho,ex. 7.006 Kb	Texto completo	Adobe PDF

Este item está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](#)

Atribuição-NãoComercial-Compartilhalgual CC BY-NC-SA



FÍSICA HOOT!

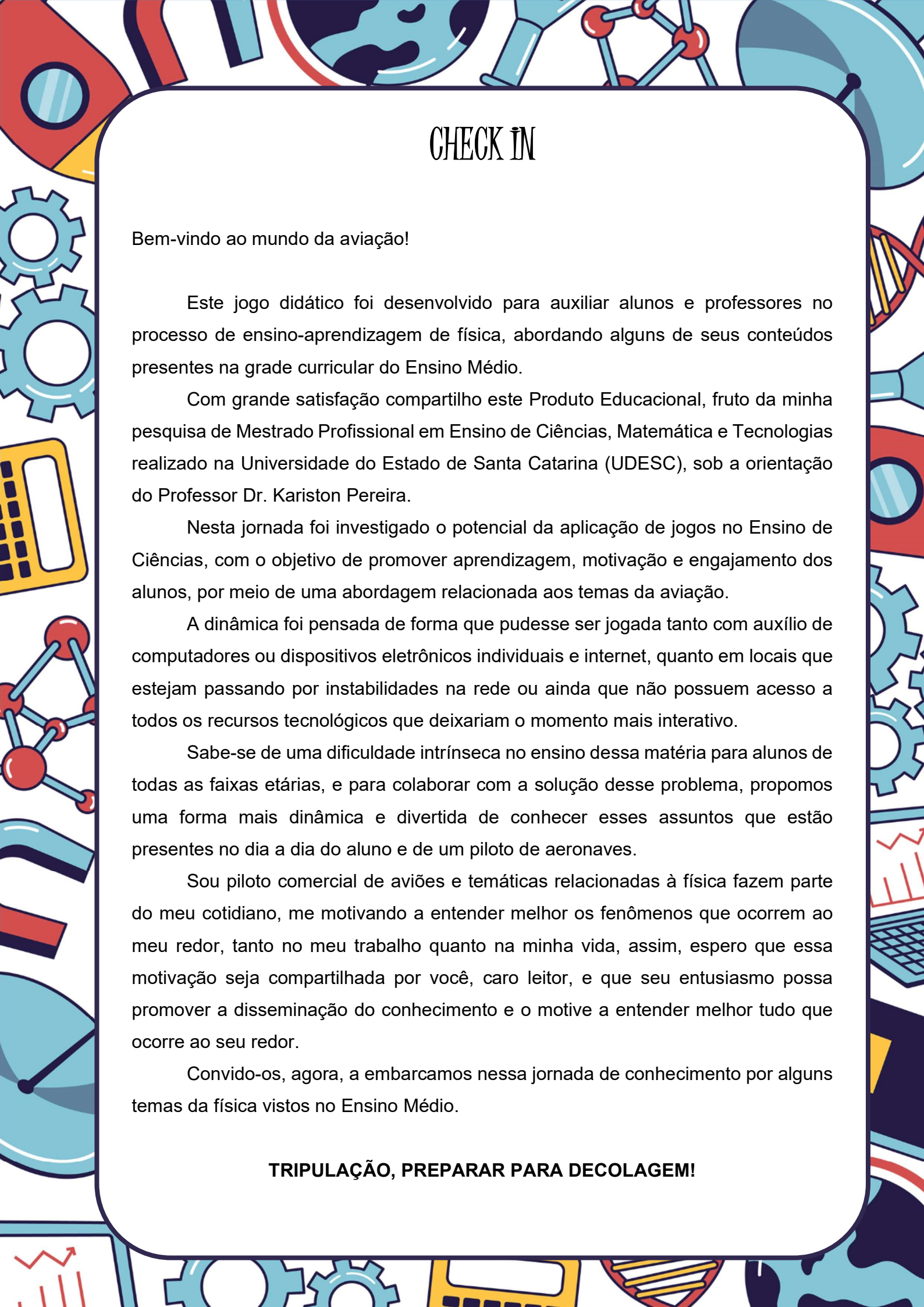
VOANDO ALTO COM A FÍSICA

ACADÊMICO: RICARDO ADÔNIS PACHECO

ORIENTADOR: DR. KARISTON PEREIRA

SOMÁRIO

CHECK IN.....	5
JOGOS COMO INSTRUMENTO DE APRENDIZAGEM	6
OFICINA VOANDO ALTO COM A FÍSICA.....	10
a) Escolha dos grupos de participantes:	10
b) Dinâmica com grupos de até 40 participantes:	10
c) Dinâmica com grupos de mais de 40 participantes:.....	11
d) Utilização do recurso da dinâmica:	11
e) Utilização do recurso da dinâmica:	12
f) Links para os bancos de questões Kahoot:.....	12
BASE DE DEMONSTRAÇÃO.....	13
FORÇA E ENERGIA.....	18
FLUIDOS E TRANSFERÊNCIA DE CALOR	33
CINEMÁTICA E CONVERSÃO DE UNIDADES	49
CHECK OUT.....	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65



CHECK IN

Bem-vindo ao mundo da aviação!

Este jogo didático foi desenvolvido para auxiliar alunos e professores no processo de ensino-aprendizagem de física, abordando alguns de seus conteúdos presentes na grade curricular do Ensino Médio.

Com grande satisfação compartilho este Produto Educacional, fruto da minha pesquisa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias realizado na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), sob a orientação do Professor Dr. Kariston Pereira.

Nesta jornada foi investigado o potencial da aplicação de jogos no Ensino de Ciências, com o objetivo de promover aprendizagem, motivação e engajamento dos alunos, por meio de uma abordagem relacionada aos temas da aviação.

A dinâmica foi pensada de forma que pudesse ser jogada tanto com auxílio de computadores ou dispositivos eletrônicos individuais e internet, quanto em locais que estejam passando por instabilidades na rede ou ainda que não possuem acesso a todos os recursos tecnológicos que deixariam o momento mais interativo.

Sabe-se de uma dificuldade intrínseca no ensino dessa matéria para alunos de todas as faixas etárias, e para colaborar com a solução desse problema, propomos uma forma mais dinâmica e divertida de conhecer esses assuntos que estão presentes no dia a dia do aluno e de um piloto de aeronaves.

Sou piloto comercial de aviões e temáticas relacionadas à física fazem parte do meu cotidiano, me motivando a entender melhor os fenômenos que ocorrem ao meu redor, tanto no meu trabalho quanto na minha vida, assim, espero que essa motivação seja compartilhada por você, caro leitor, e que seu entusiasmo possa promover a disseminação do conhecimento e o motive a entender melhor tudo que ocorre ao seu redor.

Convido-os, agora, a embarcamos nessa jornada de conhecimento por alguns temas da física vistos no Ensino Médio.

TRIPULAÇÃO, PREPARAR PARA DECOLAGEM!

JOGOS COMO INSTRUMENTO DE APRENDIZAGEM

A evolução das tecnologias facilitou o acesso de materiais, sejam eles didáticos ou recursos para utilização em sala de aula. Acessar um computador ou um tablet na escola já não é tão difícil quanto anteriormente e existem algumas políticas públicas que possibilitam esse acesso às escolas.

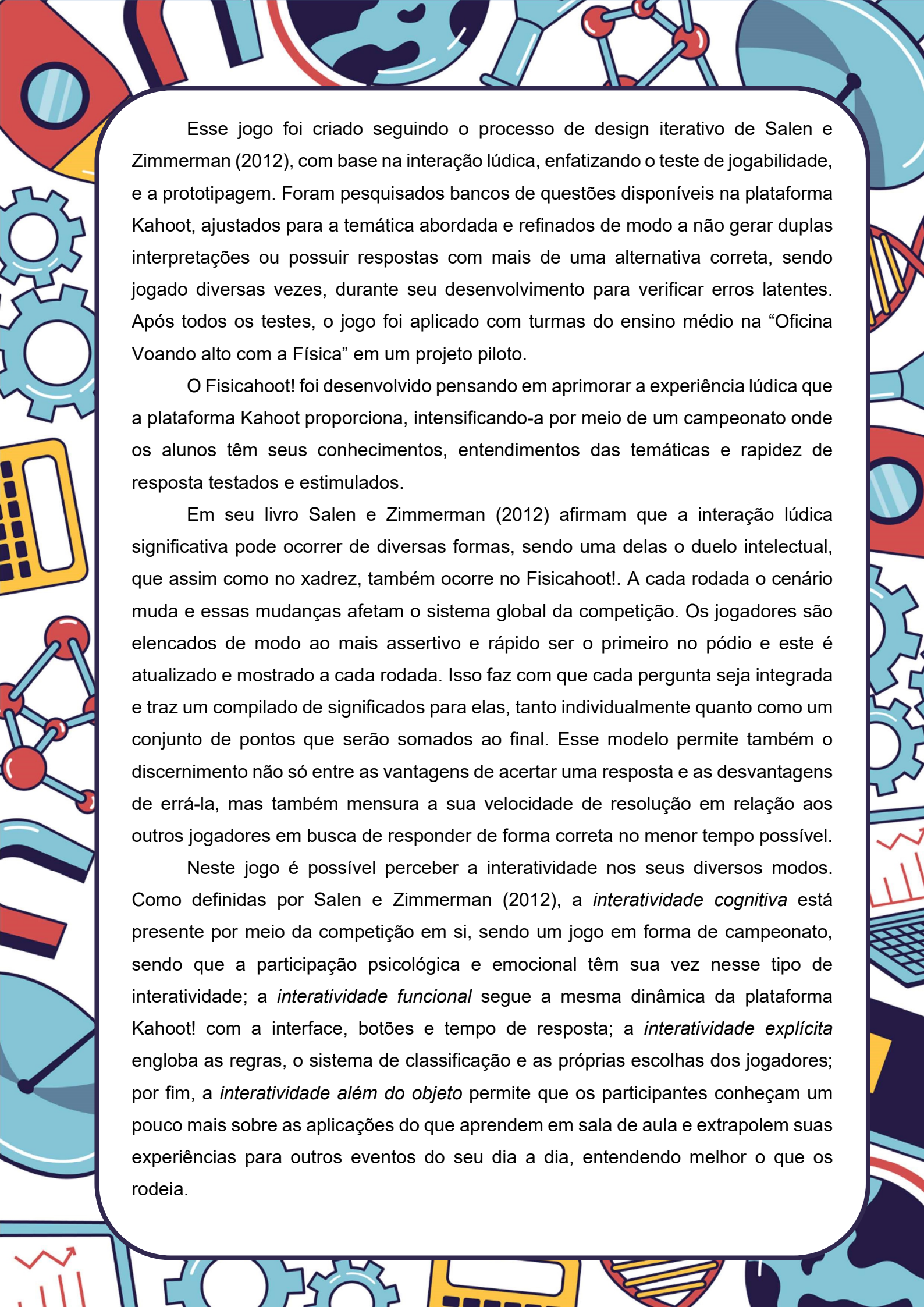
Os jogos estão cada vez mais participando da sala de aula e proporcionando interações mais abrangentes no processo de ensino. Para Souza (2015), os jogos possibilitam o estímulo e a aprendizagem, além de desenvolver o raciocínio e a socialização, o que facilita a compreensão dos conteúdos abordados durante as dinâmicas.

O jogo em si tem várias definições, sendo que um dos autores mais importantes nesse contexto é Huizinga (1971), que define o jogo como:

“uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e de espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e de alegria e de uma consciência de ser diferente da "vida quotidiana". (p. 33).

Neste século, Salen e Zimmerman (2012) fizeram um estudo mais aprofundado das definições de jogos trazidas por oito autores diferentes no decorrer dos anos, o que possibilita uma análise comparativa que expõe os dois fatores mais citados: jogar de acordo com regras que limitam os jogadores; e ser orientado a objetivos. Após essa análise, esses autores formalizam a seguinte definição: “Um jogo é um sistema no qual os jogadores se envolvem em um conflito artificial, definido por regras, que implica em um resultado quantificável” (p. 95).

Com esse panorama, podemos perceber que é importante que o jogo seja uma atividade voluntária, que não seja imposta, para que os jogadores dispostos a participar, durante o tempo de jogo, sigam as regras e vivam o momento fora da vida real cotidiana em direção a um objetivo. Para isso, sugere-se que os jogadores do FISICAHOOT! sejam convidados a jogar para explorar um conteúdo, relembrar ou revisar um tema, testar seus conhecimentos, em forma de recuperação de nota ou ainda que o jogo seja utilizado para uma atividade de nota extra, mas não se limitando a esses contextos.

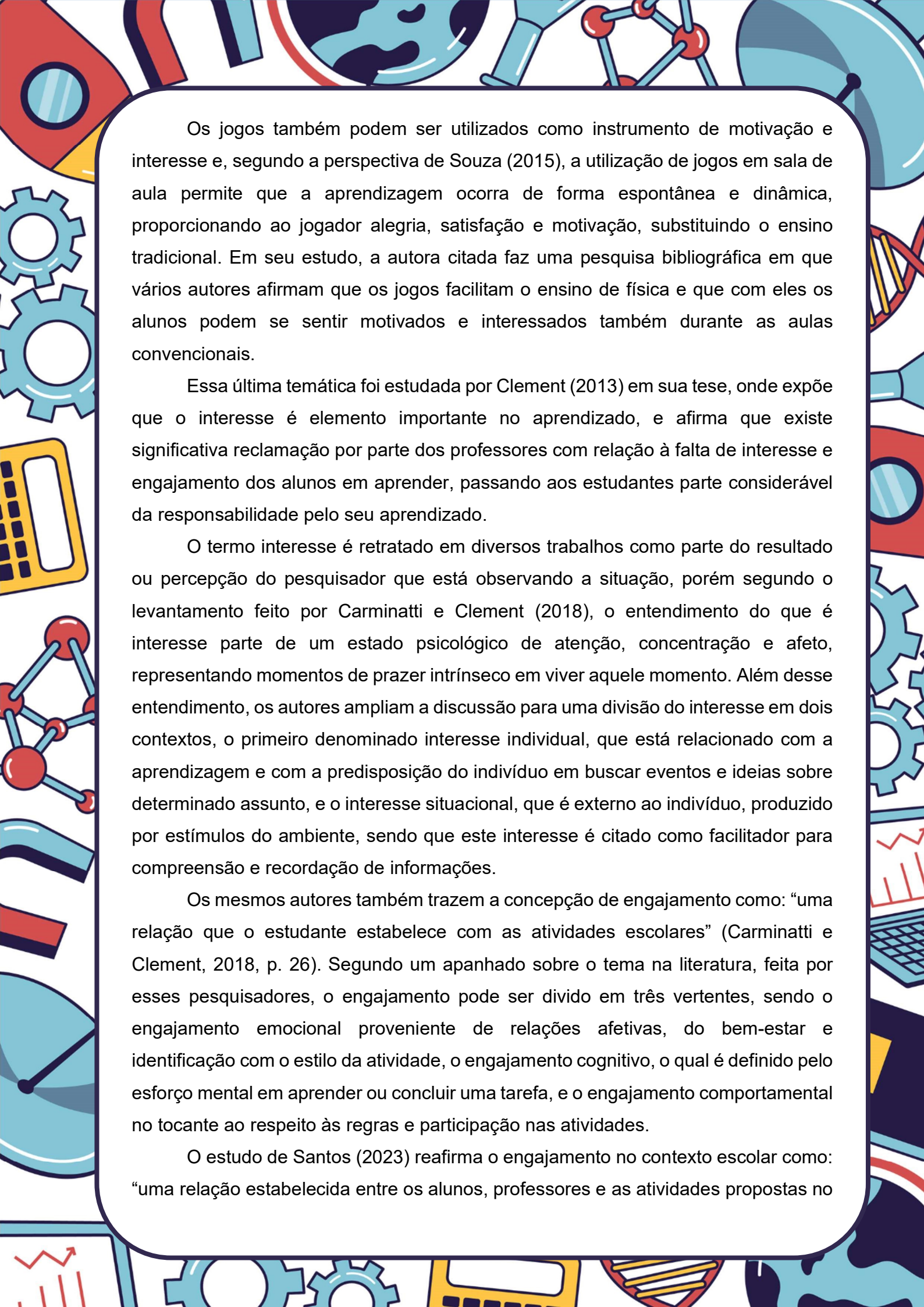


Esse jogo foi criado seguindo o processo de design iterativo de Salen e Zimmerman (2012), com base na interação lúdica, enfatizando o teste de jogabilidade, e a prototipagem. Foram pesquisados bancos de questões disponíveis na plataforma Kahoot, ajustados para a temática abordada e refinados de modo a não gerar duplas interpretações ou possuir respostas com mais de uma alternativa correta, sendo jogado diversas vezes, durante seu desenvolvimento para verificar erros latentes. Após todos os testes, o jogo foi aplicado com turmas do ensino médio na “Oficina Voando alto com a Física” em um projeto piloto.

O Fisicahoot! foi desenvolvido pensando em aprimorar a experiência lúdica que a plataforma Kahoot proporciona, intensificando-a por meio de um campeonato onde os alunos têm seus conhecimentos, entendimentos das temáticas e rapidez de resposta testados e estimulados.

Em seu livro Salen e Zimmerman (2012) afirmam que a interação lúdica significativa pode ocorrer de diversas formas, sendo uma delas o duelo intelectual, que assim como no xadrez, também ocorre no Fisicahoot!. A cada rodada o cenário muda e essas mudanças afetam o sistema global da competição. Os jogadores são elencados de modo ao mais assertivo e rápido ser o primeiro no pódio e este é atualizado e mostrado a cada rodada. Isso faz com que cada pergunta seja integrada e traz um compilado de significados para elas, tanto individualmente quanto como um conjunto de pontos que serão somados ao final. Esse modelo permite também o discernimento não só entre as vantagens de acertar uma resposta e as desvantagens de errá-la, mas também mensura a sua velocidade de resolução em relação aos outros jogadores em busca de responder de forma correta no menor tempo possível.

Neste jogo é possível perceber a interatividade nos seus diversos modos. Como definidas por Salen e Zimmerman (2012), a *interatividade cognitiva* está presente por meio da competição em si, sendo um jogo em forma de campeonato, sendo que a participação psicológica e emocional têm sua vez nesse tipo de interatividade; a *interatividade funcional* segue a mesma dinâmica da plataforma Kahoot! com a interface, botões e tempo de resposta; a *interatividade explícita* engloba as regras, o sistema de classificação e as próprias escolhas dos jogadores; por fim, a *interatividade além do objeto* permite que os participantes conheçam um pouco mais sobre as aplicações do que aprendem em sala de aula e extrapolem suas experiências para outros eventos do seu dia a dia, entendendo melhor o que os rodeia.



Os jogos também podem ser utilizados como instrumento de motivação e interesse e, segundo a perspectiva de Souza (2015), a utilização de jogos em sala de aula permite que a aprendizagem ocorra de forma espontânea e dinâmica, proporcionando ao jogador alegria, satisfação e motivação, substituindo o ensino tradicional. Em seu estudo, a autora citada faz uma pesquisa bibliográfica em que vários autores afirmam que os jogos facilitam o ensino de física e que com eles os alunos podem se sentir motivados e interessados também durante as aulas convencionais.

Essa última temática foi estudada por Clement (2013) em sua tese, onde expõe que o interesse é elemento importante no aprendizado, e afirma que existe significativa reclamação por parte dos professores com relação à falta de interesse e engajamento dos alunos em aprender, passando aos estudantes parte considerável da responsabilidade pelo seu aprendizado.

O termo interesse é retratado em diversos trabalhos como parte do resultado ou percepção do pesquisador que está observando a situação, porém segundo o levantamento feito por Carminatti e Clement (2018), o entendimento do que é interesse parte de um estado psicológico de atenção, concentração e afeto, representando momentos de prazer intrínseco em viver aquele momento. Além desse entendimento, os autores ampliam a discussão para uma divisão do interesse em dois contextos, o primeiro denominado interesse individual, que está relacionado com a aprendizagem e com a predisposição do indivíduo em buscar eventos e ideias sobre determinado assunto, e o interesse situacional, que é externo ao indivíduo, produzido por estímulos do ambiente, sendo que este interesse é citado como facilitador para compreensão e recordação de informações.

Os mesmos autores também trazem a concepção de engajamento como: “uma relação que o estudante estabelece com as atividades escolares” (Carminatti e Clement, 2018, p. 26). Segundo um apanhado sobre o tema na literatura, feita por esses pesquisadores, o engajamento pode ser dividido em três vertentes, sendo o engajamento emocional proveniente de relações afetivas, do bem-estar e identificação com o estilo da atividade, o engajamento cognitivo, o qual é definido pelo esforço mental em aprender ou concluir uma tarefa, e o engajamento comportamental no tocante ao respeito às regras e participação nas atividades.

O estudo de Santos (2023) reafirma o engajamento no contexto escolar como: “uma relação estabelecida entre os alunos, professores e as atividades propostas no

processo de ensino-aprendizagem” (p. 50). A autora em seus estudos afirma uma relação entre os termos interesse e engajamento com uma correlação positiva à motivação do aluno no processo de ensino-aprendizagem. Essa caracterização com foco no aluno, também evidencia a busca pela autonomia do estudante em seu próprio desenvolvimento, que é dinamizada pela motivação que esse tem nas atividades que realiza dentro e fora de sala de aula.

Reeve (2012) e Santos (2023) descrevem três funções para o engajamento que contribuem para o aprendizado do aluno, a primeira é proporcionar aprendizado e o desenvolvimento das habilidades que se relacionam com a aprendizagem, tornando-se mais fácil esse processo quando há o engajamento. Já a segunda função diz respeito à capacidade de resposta, que é melhor construída e tem seu alcance ampliado conforme o engajamento se torna de alta qualidade. Por último, a terceira função refere-se à satisfação do aluno às necessidades psicológicas, o que motiva o aluno a estabelecer correlações e desenvolver seus conhecimentos de forma positiva.

Os dados coletados com a aplicação deste produto educacional em uma escola pública estadual de Rio do Oeste, Santa Catarina, colaboram para o entendimento de que o engajamento e interesse daqueles alunos atingiu um grau elevado com auxílio desse jogo. Para essa verificação, foi utilizada a Escala de Medida de Engajamento e Interesse – EMEI de Carminatti e Clement (2018), resultando nas seguintes médias:

Estatística Descritiva

	ENGAJAMENTO COGNITIVO E COMPORTAMENTAL	INTERESSE INDIVIDUAL	INTERESSE SITUACIONAL	ENGAJAMENTO EMOCIONAL
N	43	43	43	43
Média	4.19	3.86	4.20	4.30
Mediana	4.47	3.82	4.50	4.66
Desvio- padrão	0.856	0.889	0.902	0.896

Considerando todos os entendimentos dos autores supracitados e analisando os dados de estudos pilotos feitos com a aplicação deste material, entende-se que esse jogo irá contribuir em diversas formas com o aprendizado dos jogadores de FISICAHOOT!. Seja para explorar os conteúdos, lembrar ou revisar as temáticas, testar seus conhecimentos, ou ainda como uma ferramenta para os professores aplicarem como recuperação de nota ou revisão de conteúdo, mas não se limitando a esses contextos, já que os jogos podem ser adaptados e modificados, se ajustando a cada ambiente, cultura e espaço em que serão jogados.

OFICINA VOANDO ALTO COM A FÍSICA

A oficina foi desenvolvida em forma de campeonato, onde pode ter sua forma e etapas alteradas para se adequar a cada público no qual será aplicada.

Elencaremos abaixo um passo a passo para sua aplicação:

A) **Escolha dos grupos de participantes:**

As dinâmicas acontecerão em grupos de até 40 alunos por sessão, caso seja utilizada a plataforma Kahoot, devido a limitação da sala virtual, caso a turma seja maior que 40 alunos, sugere-se dividir a turma em 2 ou 3 grupos para a realização da dinâmica. Os grupos podem ser organizados de forma aleatória, pois a participação na dinâmica é individual.

É possível jogar uma base de demonstração com 5 perguntas sobre riscos da aviação, no qual os alunos podem se ambientar com a plataforma Kahoot e com a dinâmica do jogo.

B) **Dinâmica com grupos de até 40 participantes:**

A dinâmica será realizada com todos os alunos juntos:

- Cada aluno deve ter um dispositivo eletrônico com acesso à internet;
- O professor com auxílio de um projetor, irá projetar a tela de “organização” do Kahoot;
- Ao iniciar o link, o professor irá selecionar o Modo Clássico e iniciar, gerando um QRCode que permite o acesso do aluno a sala virtual e um PIN de 7 dígitos que pode ser usado para acessar a sala via site www.kahoot.it;
- Cada aluno ao escanear o QRCode será direcionado para o site Kahoot, onde escolherá seu Apelido (que pode ou não ser igual ao seu nome) e terá opção de configurar um personagem para participar da dinâmica;
- Enquanto os alunos entram na sala virtual, o professor deve conferir nas “configurações” (canto inferior direito) as opções do jogo. Recomenda-se que na seção “organização” sejam mantidos os campos “Mostrar perguntas em ordem aleatória” e “Mostrar respostas em ordem aleatória” selecionados em verde;
- Após todos os alunos acessarem e o jogo estando configurado, pode-se iniciar;

• A primeira pergunta será mostrada na projeção e no dispositivo eletrônico do aluno, após alguns segundos aparecem as opções de resposta e o aluno deve selecionar a opção correta no menor tempo possível;

• Após todos terem respondido ou o tempo de resposta ter encerrado, aparece na tela as estatísticas de quantas respostas cada opção teve e qual delas é a correta, nesse momento, pode-se ter um tempo de debate e explicação sobre a pergunta e sua resposta;

• Clicando em avançar é mostrado na tela um ranking dos primeiros colocados, com base na pontuação, que leva em conta o acerto da questão e o tempo de resposta mais baixo;

• Avançando novamente a próxima pergunta aparece e a dinâmica se repete;

• Ao final de todo o banco de questões, aparece uma animação com o pódio, onde estão os 5 primeiros colocados.

C) DINÂMICA COM GRUPOS DE MAIS DE 40 PARTICIPANTES:

A dinâmica será realizada dividindo os alunos em grupos menores, de até 40 participantes, e seguindo o mesmo procedimento descrito no item 4, uma vez com cada grupo, ao final de cada seção selecionam-se os 5 ou 10 melhores colocados para a disputa do campeonato final. Sugestões para uma disputa mais interessante:

• Os alunos que ainda não jogaram podem aguardar em outro ambiente para não visualizarem as respostas da dinâmica anterior;

• Aguardar para explicar ou discutir sobre as perguntas e respostas somente na disputa final;

• Como o banco de questões a ser utilizado será o mesmo em todos os jogos, caso seja necessário dificultar a dinâmica por terem muitos acertos, ou supor que as respostas tenham sido decoradas, pode-se solicitar que o primeiro colocado, a cada rodada de perguntas explique o porquê de a resposta correta ser a efetivamente a assinalada, podendo até ser utilizado como critério de desclassificação.

D) UTILIZAÇÃO DO RECURSO DA DINÂMICA:

O professor pode utilizar esse tipo de dinâmica como forma de revisão do conteúdo, como avaliação ou trabalho avaliativo, estipulando notas correspondentes a cada faixa de pontuação do Kahoot, ou até para dar pontos extras para os ganhadores, incentivando uma dinâmica, uma prova de recuperação ou ainda como

uma forma de descontração durante a aula.

E) UTILIZAÇÃO DO RECURSO DA DINÂMICA:

O professor pode utilizar esse tipo de dinâmica como forma de revisão do conteúdo, como avaliação ou trabalho avaliativo, estipulando notas correspondentes a cada faixa de pontuação do Kahoot, ou até para dar pontos extras para os ganhadores, incentivando uma dinâmica, uma prova de recuperação ou ainda como uma forma de descontração durante a aula.

F) LINKS PARA OS BANCOS DE QUESTÕES KAHOOT:

BASE DE DEMONSTRAÇÃO (RISCOS DA AVIAÇÃO):

<https://play.kahoot.it/v2/?quizId=a5a22b96-fae1-46ce-ae76-d970ed7b80de&hostId=fbf4db85-380e-40f2-8e18-d4ada3272e8e>

FORÇA E ENERGIA:

<https://play.kahoot.it/v2/?quizId=bb53ecec-5152-4577-b8dd-b17c2fccb38&hostId=fbf4db85-380e-40f2-8e18-d4ada3272e8e>

FLUÍDOS E TRANSFERÊNCIA DE CALOR:

<https://play.kahoot.it/v2/?quizId=1802ab99-091c-4ba6-8f2f-044c0853e170&hostId=fbf4db85-380e-40f2-8e18-d4ada3272e8e>

CINEMÁTICA E CONVERSÃO DE UNIDADES:

<https://play.kahoot.it/v2/?quizId=1834ff62-d41b-4d6c-bdd7-9c67c0261e88&hostId=fbf4db85-380e-40f2-8e18-d4ada3272e8e>

FISICAHOOT! (BAIXE O POWERPOINT E JOGUE NO MODO OFFLINE):

https://docs.google.com/presentation/d/1kSwDQ3DmsEjM29rkzPfgqx96S-oLpVfW/edit?usp=drive_link&ouid=108192124103757591725&rtpof=true&sd=true

BASE DE DEMONSTRAÇÃO

Essa base de demonstração foi criada para familiarizar o jogador com a dinâmica, seja ela por meio da plataforma Kahoot ou por meio da apresentação de slides. Ela apresenta alguns temas que são de muita importância para conscientização da sociedade com relação à aviação, principalmente sobre o risco baloeiro e de raios laser.

Abaixo vamos descrever cada uma das perguntas com suas respostas e justificativas:

Pergunta 1: Qual(is) o(os) risco(os) de apontar um laser para uma aeronave?



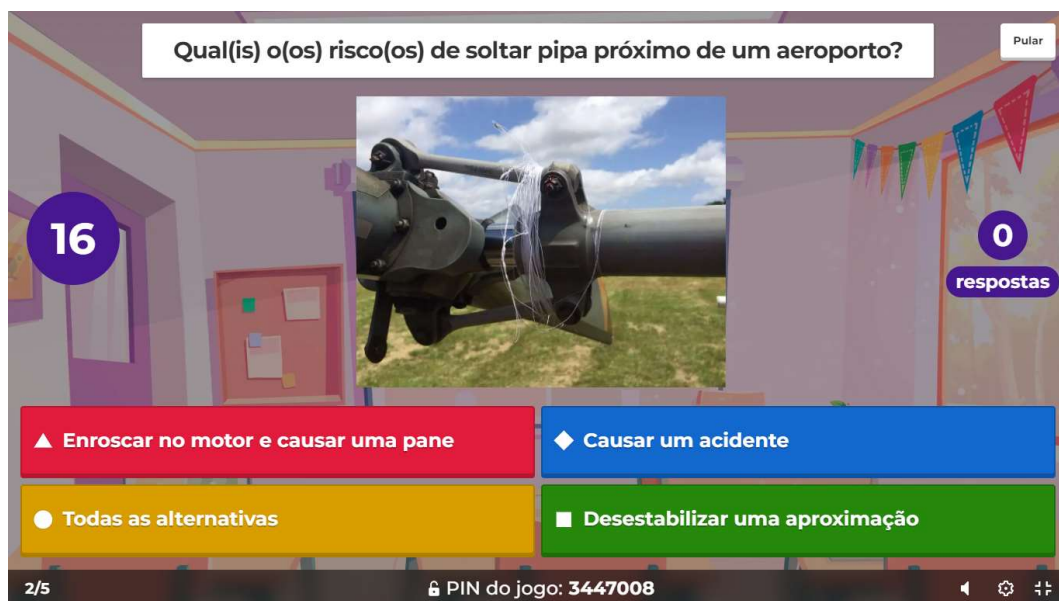
Resposta 1: Todas as alternativas

O laser quando apontado para uma aeronave, que está distante do emissor, aumenta sua área de iluminação e gera vários riscos, entre eles: limita a visão e pode levar a uma colisão com aves ou terreno, pode gerar desorientação e ocasionar um incidente ou até cegar permanentemente o piloto com a queima da retina.

Deixo um vídeo do “Canal Aero por trás da aviação” no YouTube intitulado “Os perigos de lasers apontados para aviões”, que pode esclarecer alguma dúvida sobre os riscos do laser:

https://www.youtube.com/watch?v=DTxr0ajMgYg&t=571s&ab_channel=AeroPorTr%C3%A1sdaAvia%C3%A7%C3%A3o

Pergunta 2: Qual(is) o(os) risco(os) de soltar pipa próximo de um aeroporto?



Resposta 2: Todas as alternativas

Qualquer objeto voando nas proximidades de um aeroporto é um risco para as aeronaves que ali operam, pipas, balões, aves e drones, são exemplos de objetos que não somente podem enroscar nas partes móveis delas, mas também geram risco de serem sugadas para dentro do motor, ocasionando um apagamento deste, ou até mesmo, numa tentativa de desviar do objeto, o piloto necessite arremeter, o que gera gasto de mais combustível, demanda nova aproximação e aumenta a chance de colisão com aves.

Deixo um vídeo do Canal GRU Airport no YouTube intitulado “Não solte pipas próximo do sítio aeroportuário”, que pode esclarecer alguma dúvida sobre os riscos das pipas, que se estendem aos drones e balões:

https://www.youtube.com/watch?v=krCn2PGKTSM&ab_channel=GRUAirport

Pergunta 3: Qual(is) o(os) risco(os) de andar próximo de uma aeronave com motor acionado?



Resposta 3: Todas as alternativas

Existem basicamente dois grandes grupos de motores aeronáuticos, os que possuem hélice, as quais são afiadas e podem cortar pessoas, objetos e animais, e os à reação, que sugam enormes quantidades de ar na sua parte frontal, podendo com sua força sugar humanos e objetos também, e projetam jatos em altas temperaturas e altas velocidades na sua parte traseira, podendo gerar queimaduras e ferimentos por objetos que venham a ser arremessados junto à corrente de ar.

Deixo um vídeo do “Canal Aero por trás da aviação” no YouTube intitulado “O que acontece se você passar atrás do motor de um avião? JET BLAST”, que pode esclarecer alguma dúvida sobre os riscos de transitar próximo de motores aeronáuticos:

https://www.youtube.com/watch?v=s8CwgZ-MgHo&t=5s&ab_channel=AeroPorTr%C3%A1sdaAvia%C3%A7%C3%A3o

Pergunta 4: Qual(is) o(os) risco(os) de deixar animais ou crianças sem supervisão próximos de aeronaves?



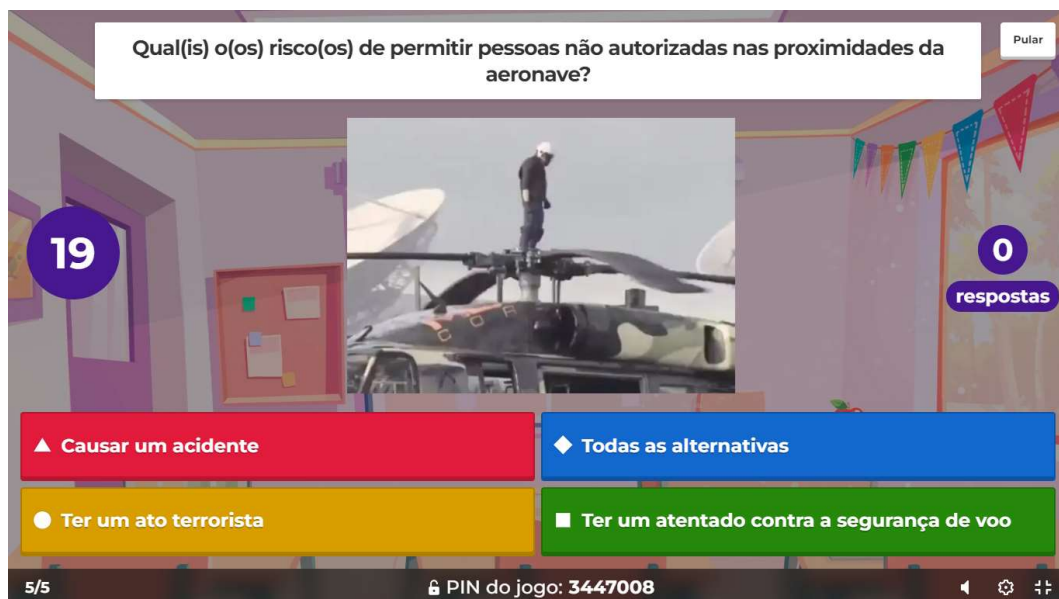
Resposta 4: Todas as alternativas

Assim como as crianças, animais também podem ter uma percepção de risco distorcida da realidade, não sendo raro a quebra de partes de aeronaves por conta desses. Para evitar qualquer risco já mencionado também nas questões anteriores, todos precisam de supervisão.

Essa supervisão extrapola os limites físicos da área do aeródromo. Diversas vezes, avistamos pipas na altura e trajetória de pouso ou decolagem, essas atitudes geram riscos para a aviação e devem ser desestimulados pelos responsáveis dos menores, que sem orientação podem causar até um acidente.

Aeroportos também são estimulados a investir em controle de fauna, fazendo cercamentos para impedir o acesso de pessoas e animais nas áreas de manobra, bem como, desenvolvem programas de afugentamento e dispersão de aves nos seus arredores, mas mesmo assim, a atenção durante as fases de voo em menores altitudes devem ocorrer com muita atenção, já que são os locais de maior incidência de colisão com fauna, pipas e balões.

Pergunta 5: Qual(is) o(os) risco(os) de permitir pessoas não autorizadas nas proximidades de aeronaves?



Resposta 5: Todas as alternativas

Além de todos os riscos que já foram mencionados anteriormente de uma pessoa não familiarizada com o meio aeronáutico pode ter ao estar nesse entorno, existe ainda a possibilidade de uma pessoa mal intencionada acessar áreas críticas para um atentado terrorista.

Deixo um vídeo do canal “Aviões e Músicas” no YouTube intitulado “INVADIU O COCKPIT e QUASE causou acidente”, que fala um pouco sobre um caso de interferência ilícita de um passageiro que gerou insegurança ao voo:

https://www.youtube.com/watch?v=4W6tGO8ewal&ab_channel=Avi%C3%B5esM%C3%BAgicas

FORÇA E ENERGIA

Nesse banco de questões iremos trabalhar os assuntos de força e energia, trazendo alguns temas que são abordados em mecânica clássica no Ensino Médio e discorrendo sobre eles.

Para nos ajudar no entendimento destes tópicos, traz-se o autor Yamamoto (2016), o qual é utilizado na escola em que foi aplicado este projeto como livro didático, que traz a seguinte definição: “Força é o agente físico capaz de produzir deformações (efeitos estáticos) e/ou acelerações (efeitos dinâmicos) nos corpos em que atua” (p. 134). O autor complementa essa definição, afirmando que os efeitos da força dependem de sua intensidade, direção, sentido e ponto de aplicação.

No mesmo sentido, Halliday (2003) afirma que a interação de um corpo com sua vizinhança é descrita em termos de força e essas são representadas por vetores, os quais possuem intensidade, direção e sentido.

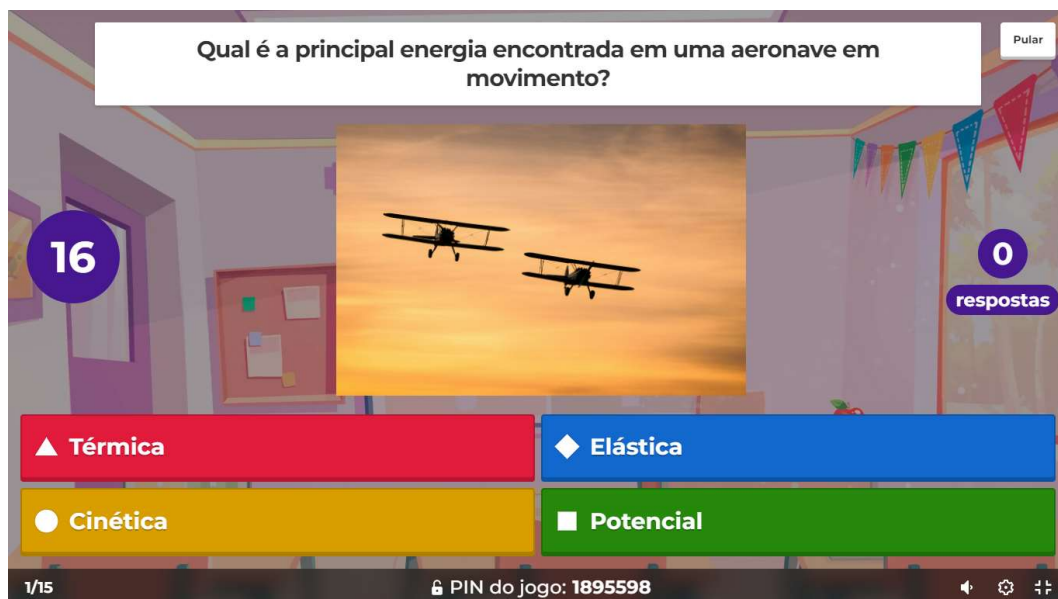
Definida a força, podemos relembrar as 3 Leis de Newton, sendo a primeira o princípio da Inércia, que é definido por Yamamoto (2016) como: “propriedade geral da matéria pela qual uma partícula, livre de forças ou sujeita à ação de força resultante nula, mantém-se em equilíbrio – em repouso ou em movimento retilíneo uniforme” (p. 139). A segunda lei de Newton é expressa algebricamente pelo autor como: $F = m * a$ e a terceira lei de Newton é explicada pelo autor pelas seguintes características: Se existe uma força aplicada por um corpo A em um corpo B, então há uma força correspondente aplicada pelo corpo B no corpo A, de mesma direção, mesmo módulo (intensidade), mesma natureza e sentidos opostos.

Para complementar o tópico desta seção, pode-se definir energia como a “capacidade de um sistema físico realizar trabalho” (YAMAMOTO, 2016, p. 202), sendo ela dividida em energia cinética, que se relaciona ao movimento, podendo ser escrita como: $E_c = \frac{m*v^2}{2}$; e energia potencial que pode ser relacionada à altura ou ainda com sistemas elásticos. Nas perguntas desta seção, refere-se à energia potencial como gravitacional, sendo expressa nos termos: $E_{pg} = m * g * h$.

Nesse ponto vale lembrar do Princípio geral da conservação de energia para sistemas conservativos, ou seja, sem atrito, onde a soma das energias deve permanecer constante, denominada de energia mecânica (YAMAMOTO, 2016).

Bom jogo e bons estudos!

Pergunta 1: Qual é a principal energia encontrada em uma aeronave em movimento?

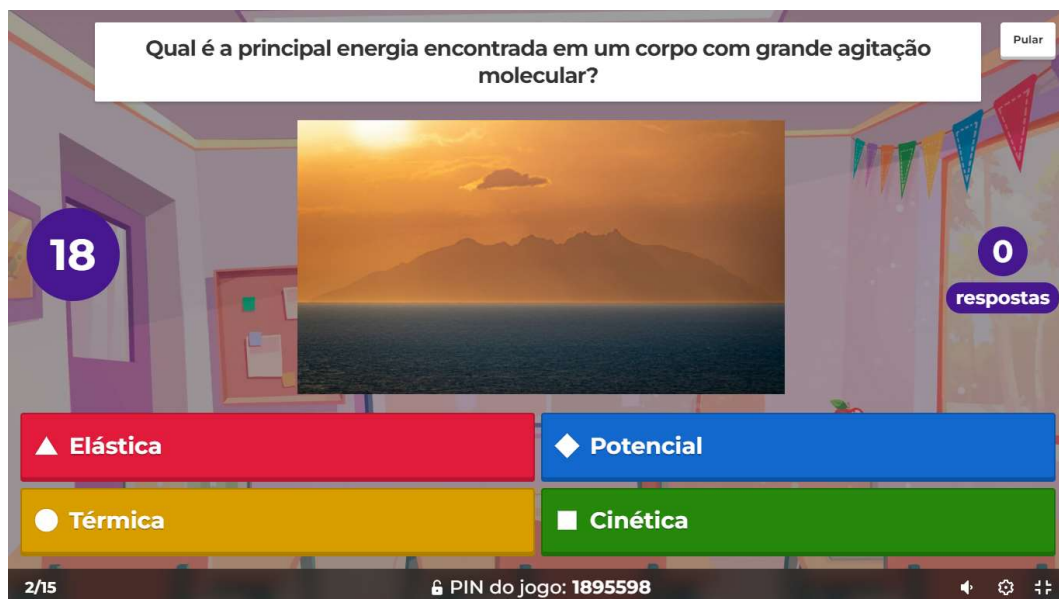


Resposta 1: Cinética

Inicialmente pode-se ter a resposta desta pergunta por meio de associação lógica, uma vez que expressa que a aeronave está em movimento e a energia relacionada ao movimento é a cinética, como foi comentado em seções anteriores, mas pode-se aprofundar a explicação entendendo o que faz a aeronave voar. Sobre esse tema, busca-se no autor Bianchini (2015, p. 30) a definição de sustentação que é “a força que se opõe ao peso, ela é produzida pelo efeito dinâmico do ar atuando sobre a asa, no sentido perpendicular à trajetória do voo.” Sendo assim, a sustentação empurra a aeronave para cima enquanto o peso a puxa para baixo, porém a sustentação só existe pelo efeito dinâmico do ar sobre a asa, o que transpõe a ideia de movimento.

Em perguntas posteriores iremos discorrer mais sobre o teorema de Bernoulli que causa a sustentação, mas já fica o vídeo de uma experiência prática utilizando a velocidade relativa do vento para sustentar uma asa, o vídeo “Força de Sustentação” é do Canal Física do Ensino Médio e está disponível no link: <https://www.youtube.com/watch?v=c1NozNBy-4U>

Pergunta 2: Qual é a principal energia encontrada em um corpo com grande agitação molecular?



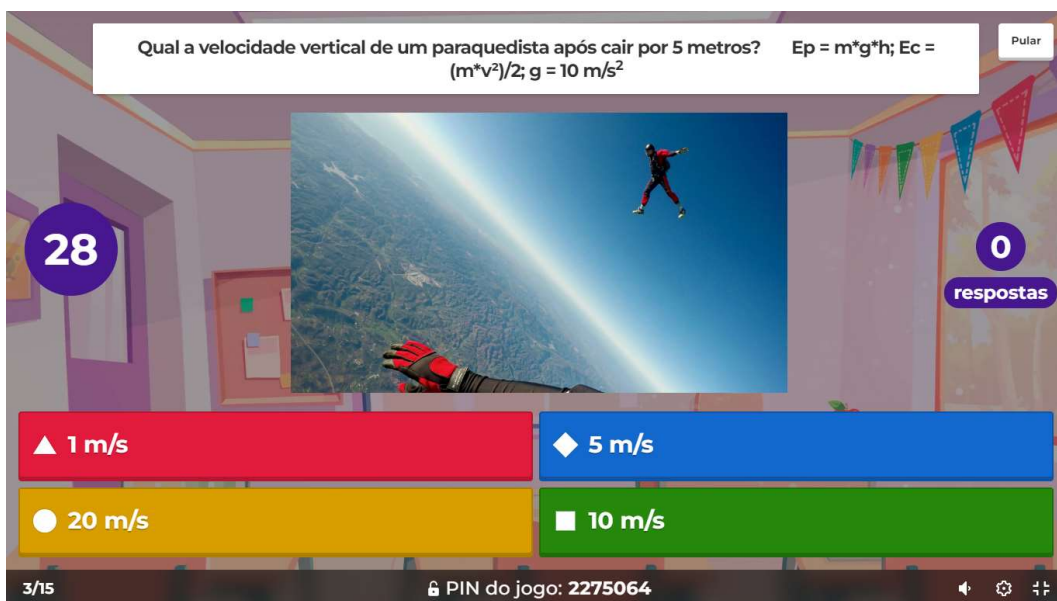
Resposta 2: Térmica

Para explicação desta questão pode-se trazer uma definição de Yamamoto (2016, p. 12): "Temperatura é a medida associada ao grau de agitação das partículas de um corpo ou sistema físico. Portanto, ela indica o nível de energia térmica média das partículas".

Com isso, concluímos que corpos com grande agitação molecular possuem altas temperaturas e consequentemente mais energia térmica.

Deixo um vídeo do David Paulo no YouTube intitulado "Termologia: Agitação Molecular", que exemplifica em um software a relação da agitação das moléculas com a temperatura: <https://www.youtube.com/watch?v=q0qaP88aVJI&t=5s>

Pergunta 3: Qual é a velocidade vertical de um paraquedista após cair por 5 metros?



Resposta 3: 10 m/s

Para resolução desta questão iremos fazer algumas considerações, o enunciado pergunta a velocidade vertical, então iremos desconsiderar o deslocamento e velocidade horizontal do paraquedista, também iremos admitir que se trata de um sistema conservativo, o qual não dissipa energia e que a aceleração gravitacional é de 10 m/s^2 , conforme o enunciado.

Primeiramente partimos do princípio da conservação da energia, onde toda a energia mecânica inicial (E_{mi}), que no momento do salto do avião era somente energia potencial gravitacional, já que não havia velocidade vertical, será igual a energia mecânica final (E_{mf}), a qual se transformará em velocidade de queda, e consequentemente em energia cinética.

$$E_{mi} = E_{mf} \rightarrow E_{ci} + E_{pgi} = E_{cf} + E_{pgf}$$

$$\frac{mv_i^2}{2} + m \cdot g \cdot h_i = \frac{mv_f^2}{2} + m \cdot g \cdot h_f$$

$$\frac{m0^2}{2} + m \cdot g \cdot h_i = \frac{mv_f^2}{2} + m \cdot g \cdot 0$$

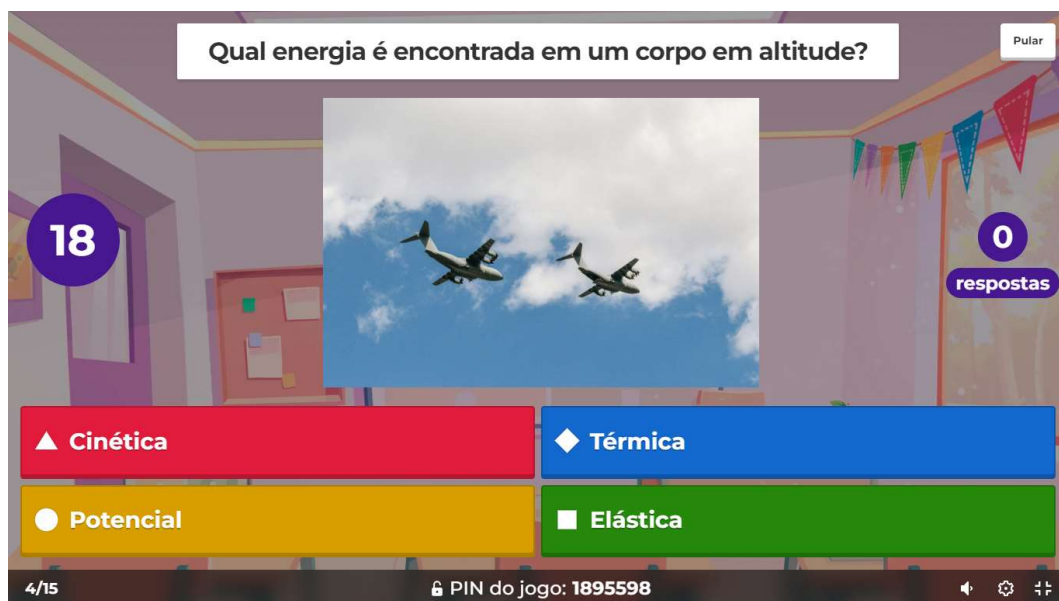
$$m \cdot 10 \cdot 5 = \frac{mv_f^2}{2}$$

$$\frac{m \cdot 50 \cdot 2}{m} = v_f^2$$

$$100 = v_f^2$$

$$v_f = \sqrt{100} = 10 \text{ m/s}$$

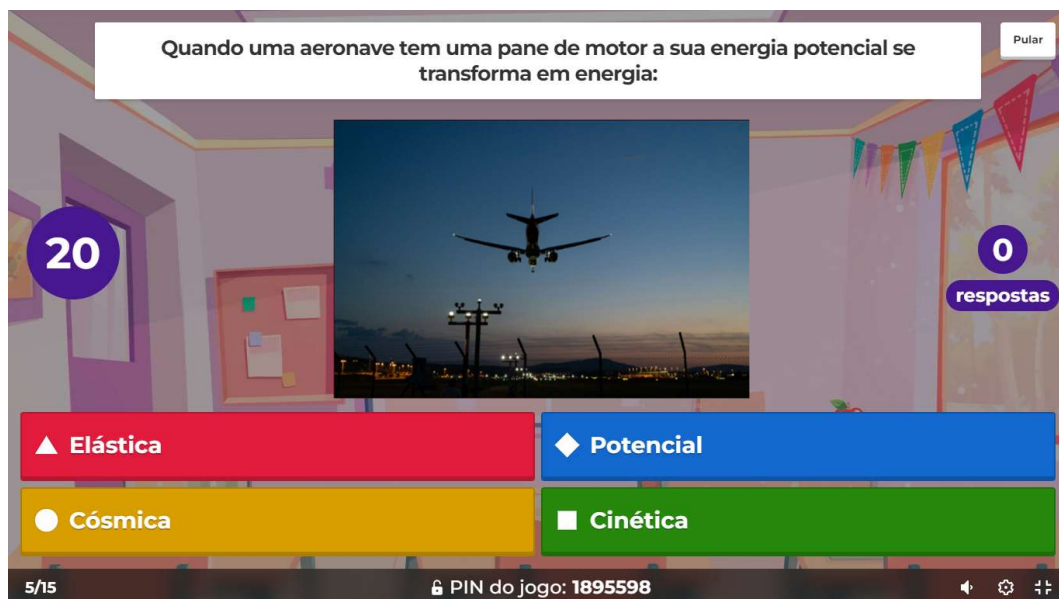
Pergunta 4: Qual energia é encontrada em um corpo em altitude?



Resposta 4: Potencial

A energia potencial é dividida em duas modalidades: gravitacional e elástica. (YAMAMOTO, 2016). Quando falamos em altura, remetemos à fórmula da energia potencial gravitacional: $E_{pg} = m * g * h$.

Pergunta 5: Quando uma aeronave tem uma pane de motor sua energia potencial se transforma em energia:



Resposta 5: Cinética

Antes de entendermos a parte relacionada à aviação, podemos resolver essa questão simplesmente espelhando a explicação da Pergunta 3, uma vez que o avião tenha altura, ele possui energia potencial gravitacional e, por consequência, essa energia quando ele começa a descer, se transforma em cinética.

Entrando um pouco mais na parte divertida, se pensarmos em uma aeronave, voando tranquilamente à dez quilômetros de altura, que repentinamente tem uma pane de motor e perde toda sua potência, o que iria acontecer? Primeiro e mais intuitivamente, sabemos que o avião irá descer, porém, não como uma pedra ou um paraquedista, pois ele ainda terá vento relativo passando em suas asas, e assim ainda terá sustentação, o que transforma o avião em um planador. Cada aeronave possui uma razão de planeio específica dela, que mede quanto ela se desloca horizontalmente em relação ao deslocamento vertical e essa razão em aeronaves comerciais é em torno de 16, ou seja, poderíamos percorrer 160 quilômetros nessa situação de pane descrita, até chegar em um aeroporto próximo.

Em perguntas posteriores iremos discorrer mais sobre o teorema de Bernoulli que causa a sustentação, mas o vídeo "O avião vai planar com motores em pane?", do "Canal Aviões e Músicas", explica um pouquinho sobre o planeio e é de onde foram tirados alguns dados para essa explicação, ele pode ser acessado por meio do link:

<https://youtu.be/GZOIcv2FqBw?si=uB4JCqW06MpH6lj>

Pergunta 6: Durante o voo de cruzeiro é mais favorável que a aeronave tenha vento de:



Resposta 6: Cauda

O voo em cruzeiro também é identificado como voo reto e nivelado por Bianchini (2015), o autor afirma que as forças atuantes na aeronave entram em equilíbrio e sua velocidade se torna constante.

Partindo do princípio de que a velocidade é uma grandeza vetorial segundo Yamamoto (2016), podemos pensar no voo em cruzeiro como um movimento retilíneo uniforme – MRU, onde o somatório das forças é nulo e a direção e sentido constantes.

O vento seria uma força adicional nesse sistema que estamos criando, então por lógica, se o vento estiver fluindo no sentido da cauda para o nariz, chamamos de vento de cauda e se estiver fluindo do nariz para a cauda, chamamos de vento de proa. Assim, se o vento ajuda no sentido do movimento, nossa velocidade relativa ao solo irá aumentar e chegaremos mais rápido ao nosso destino, consumindo menos combustível e sendo mais favorável, enquanto se o vento estiver causando mais resistência ao nosso deslocamento, teremos um retardo na nossa chegada, levando maior tempo para o deslocamento e sendo menos favorável.

Pergunta 7: Se um avião de 1000 kg vai de 10 – 20 m/s em 5 segundos, qual o empuxo gerado pelo motor?



Resposta 7: 2000 kgf

O Empuxo ou tração gerada pelo motor do avião é uma força que permite o deslocamento tanto em solo quanto em voo daquela grande massa. Sendo uma força, ela pode ser calculada pela segunda lei de Newton, onde: $F = m * a$

Aqui podemos fazer algumas considerações. O exercício nos dá um panorama que possibilita o cálculo da força média no período de 5 segundos, sendo assim, consideraremos que a definição de aceleração escalar média como: “variação total da velocidade de um móvel em determinado intervalo de tempo” (YAMAMOTO, 2016, p. 49).

Com isso, substituímos na fórmula inicial a expressão: $a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$

$$E = m * \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$

$$E = 1000 * \frac{20 - 10}{5 - 0}$$

$$E = 1000 * \frac{10}{5}$$

$$E = 2000 \text{ kgf}$$

Pergunta 8: Qual a primeira lei de Newton?



Resposta 8: Inércia

Já definimos inércia no início da seção, mas vale lembrar que é a “propriedade geral da matéria pela qual uma partícula, livre de forças ou sujeita à ação de força resultante nula, mantém-se em equilíbrio – em repouso ou em movimento retilíneo uniforme” (YAMAMOTO, 2016, p. 139).

Na aviação vemos muitos exemplos desse princípio, o mais visível é na movimentação de solo das aeronaves, que precisam aumentar as potências dos motores para saírem do lugar, não somente na decolagem, mas também durante o taxi, se não forem aplicadas forças, a aeronave continua parada.

Outro exemplo interessante que pode ser relacionado aos conceitos de energia é a do planeio, a aeronave que está voando, sofre a pane de motor, porém continua se deslocado horizontalmente, mesmo após cessar a força de tração, claro que a energia que ela tem vai sendo diminuída com o atrito com o ar, porém, ainda assim ela continua se movendo.

E para os que gostam de um pouco mais de adrenalina, quando saltando de paraquedas, ficamos em média 30 segundos em queda livre e depois o instrutor abre o paraquedas, nesse momento de abertura, existe uma força que segura nossa queda, freando-nos, essa sensação de mudança de movimento pode ser entendida como inércia, quando nosso corpo quer continuar caindo, mas uma força externa muda o equilíbrio do sistema.

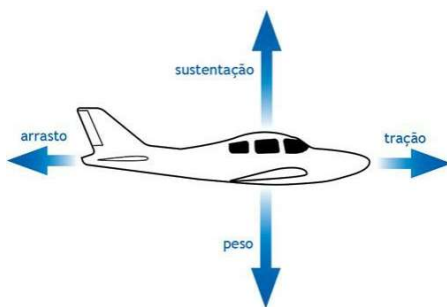
Pergunta 9: Quando a aeronave está voando reto e nivelado, as 4 forças:



Resposta 9: Se anulam

Um voo reto e nivelado pode ser comparado à um movimento retilíneo e uniforme, como já fizemos para a pergunta 6, devemos olhar o movimento da aeronave, ela não está curvando, não está nem subindo nem descendo e sua trajetória é constante, sendo assim, podemos supor que sua velocidade é também constante e a resultante das forças é nula.

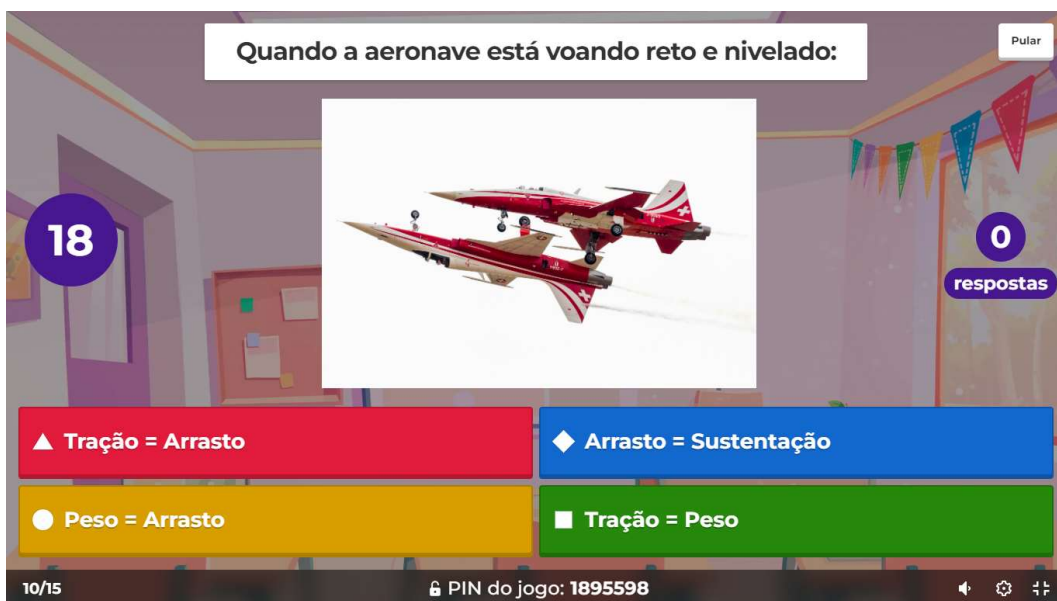
O esquema das forças atuantes em um avião é representado por:



Fonte: Bianchini (2015)

Na imagem podemos ver que para o voo ser reto, a sustentação e peso precisam estar se anulando, pois no caso de o peso ser maior, a aeronave iria descender, e no caso de a sustentação ser maior, a aeronave iria subir, bem como ela não poderia estar em curva. A ideia de um voo nivelado, pode ser interpretado como um voo de cruzeiro, onde a velocidade se torna constante, e se não há variação, significa que as forças de tração e de arrasto se anularam, não interferindo na velocidade da aeronave.

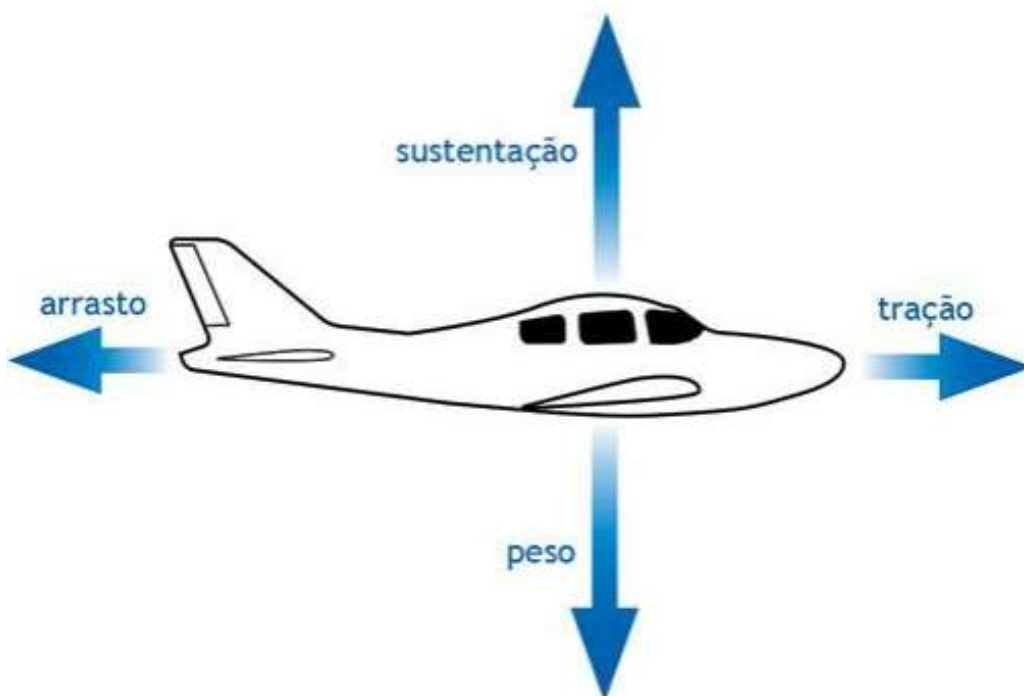
Pergunta 10: Quando a aeronave está voando reto e nivelado:



Resposta 10: Tração = Arrasto

Já definimos nas perguntas 6 e 9 que o voo reto e nivelado é um voo com velocidade e trajetória constantes, sendo assim, a força resultante deve ser nula.

Para somatória das forças ser nula, as componentes dos vetores precisam estar na mesma direção, possuírem o mesmo módulo e sentidos opostos, no esquema abaixo pode-se averiguar que Peso e Sustentação estão na mesma direção e sentidos opostos e Tração e Arrasto seguem o mesmo princípio.



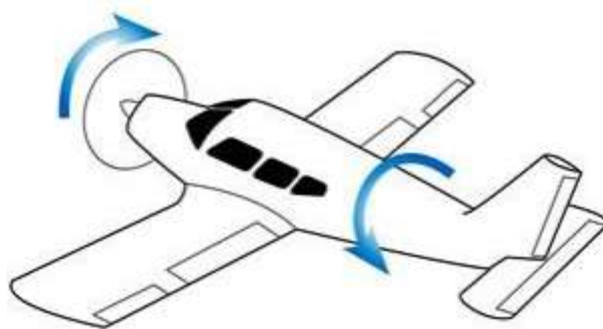
Fonte: Bianchini (2015)

Pergunta 11: Por que ocorre a tendência da aeronave girar em torno do eixo longitudinal ao acelerar?



Resposta 11: Pela rotação do motor

Para essa resposta vamos trazer o conceito de torque ou momento, que segundo Yamamoto (2016, p. 256) é a “grandeza que indica a sua capacidade de fazer um corpo girar”. O motor faz a hélice da aeronave girar, então exerce um torque, geralmente no sentido horário, por sua vez, Bianchini (2015) afirma que essa ação faz com que haja uma reação da hélice no avião, seguindo a terceira lei de Newton, de mesma intensidade, direção e sentido oposto, neste caso, o anti-horário, exemplificado na figura abaixo.



Fonte: Bianchini (2015)

Esse efeito é agravado em baixas velocidades e altas potências, uma vez que os aerofólios não recebem tanto vento relativo e a rotação alta gera um torque maior.

Pergunta 12: Qual é a segunda lei de Newton?



Resposta 12: $F = m \cdot a$

Pergunta 13: Qual é a terceira lei de Newton?



Resposta 13: Ação e reação

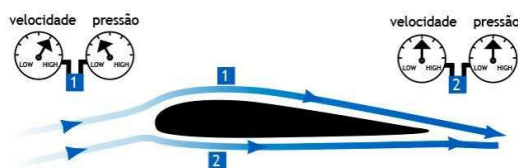
Acredito que já tenhamos percorrido bastante sobre as leis de Newton no decorrer das outras questões, porém é importante diferenciá-las em seus nomes e sobre o que cada uma delas tratam.

Pergunta 14: Qual o princípio físico que permite as aeronaves mais pesadas que o ar voarem?



Resposta 14: 3º lei de Newton

Para uma aeronave decolar, ela precisa gerar uma força, chamada tração, para puxar a fuselagem e ganhar velocidade suficiente a ponto de, por meio do princípio de Bernoulli, a diferença de pressão acima e abaixo da asa gere sustentação suficiente, superando em intensidade o peso, fazendo-a sair do chão e iniciar o voo.



Fonte: Bianchini (2015)

Para gerar essa força inicial, as aeronaves empurram o ar para trás, por meio de seus motores, sejam a reação ou hélices, fazendo com que esse ar reaja e empurre-as para frente, fazendo-as se deslocarem e terem suas velocidades aumentadas, sendo essa a principal situação que faz a aeronave voar.

Em segundo lugar temos o princípio de Bernoulli, Bianchini (2015, p. 223) escreve que “este princípio estabelece que com o aumento da velocidade do fluido, a pressão sobre este fluido será diminuída”, por sua vez, as asas são projetadas para que na sua parte superior a velocidade do ar seja maior do que na parte inferior, proporcionando essa diferença de pressão, e ocasionando o fenômeno da pressão do ar abaixo da asa empurrar a aeronave para cima.

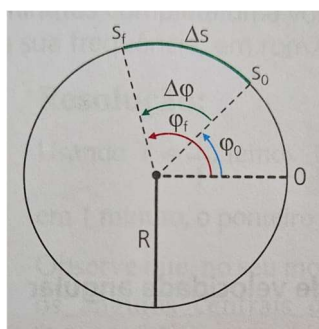
Pergunta 15: Por que o ângulo da hélice muda ao longo da pá?



Resposta 15: Para gerar tração uniforme

Começamos a análise desta questão pensando no movimento circular da hélice, que se assemelha ao Movimento circular uniforme, nesse movimento temos dois tipos de deslocamento, o vetorial, que é quanto de espaço um corpo percorre, e o angular, que é definido em razão do deslocamento angular (YAMAMOTO, 2016).

Se analisarmos a imagem a seguir, é notório que o comprimento Δs é maior do que o comprimento $\Delta \varphi$, sendo assim, a velocidade tangencial do ponto mais extremo da hélice é maior do que o do ponto mais interno, e por consequência a força de tração que seria gerada na extremidade seria também muito maior.



Fonte: Yamamoto (2016)

Para corrigir esse problema, a pá tem um ângulo de ataque menor nas extremidades e maior mais ao centro, equilibrando a tração para uma distribuição mais uniforme, uma vez que o ângulo de ataque maior gera maior tração do que um menor, e uma velocidade maior gera maior tração do que uma velocidade menor.

FLUIDOS E TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Nesse banco de questões iremos trabalhar os assuntos de fluidos e transferência de calor, são abordados temas sobre alguns princípios dos fluidos, gases e suas interações e também calorimetria.

Para nos ajudar no entendimento destes tópicos, traz-se o autor Yamamoto (2016), o qual é utilizado na escola em que foi aplicado este projeto como livro didático. Ele interpreta fluidos como meios líquidos ou gasosos, na maior parte das questões utilizaremos as propriedades dos gases em momentos inicial e final para explicar as respostas, então é interessante ter em mente a lei dos gases perfeitos, onde p representa a pressão, V o volume e T a temperatura, sendo os subscritos 1 indicando estado inicial e 2 indicando estado final:

$$\frac{p_1 * V_1}{T_1} = \frac{p_2 * V_2}{T_2}$$

Outras propriedades importantes são: densidade que “representa a razão entre a massa (m) e o volume (V) ocupado por um corpo” (YAMAMOTO, 2016, p. 267), e pressão que é a “razão entre o módulo da força resultante normal $\vec{F}$ e a área A ” (YAMAMOTO, 2016, p. 269), representadas pelas equações:

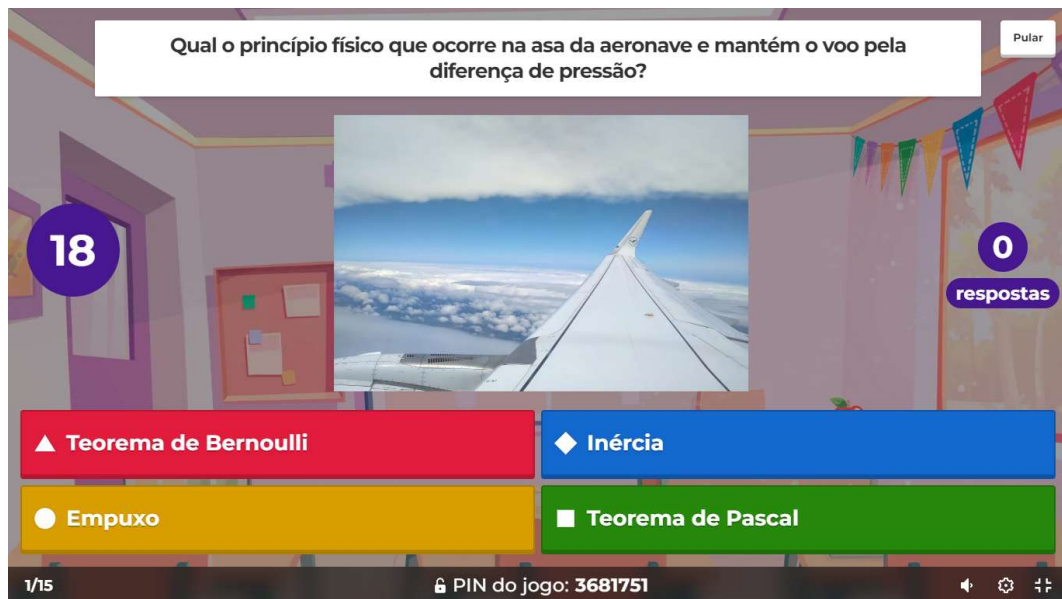
$$d = \frac{m}{V} \quad e \quad p = \frac{F}{A}$$

Sendo assim, mantendo a mesma massa, se um balão aumentar seu volume terá sua densidade reduzida e consequentemente as moléculas de ar dentro dele irão estar mais afastadas, produzindo menos pressão nas suas paredes, da mesma forma que se reduzi-lo, aumentará sua densidade, suas moléculas estarão mais próximas umas das outras e produzindo maior pressão em suas paredes.

Um tema um pouco menos comentado no ensino médio é o Princípio de Bernoulli, Bianchini (2015, p. 18) explica que “este princípio estabelece que com o aumento da velocidade do fluido, a pressão sobre este fluido será diminuída”. E a partir dessa definição podemos explicar o que ocorre nas asas das aeronaves, uma vez que elas são projetadas para aproveitar esse princípio, acelerando o ar que passa acima dela e retardando o ar que passa abaixo dela, gerando uma diferença entre as pressões que fazem o ar empurrar a asa de baixo para cima, o que é chamado de força de sustentação.

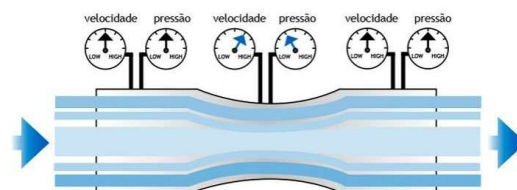
Bom jogo e bons estudos!

Pergunta 1: Qual o princípio físico que ocorre na asa da aeronave e mantém o voo pela diferença de pressão?



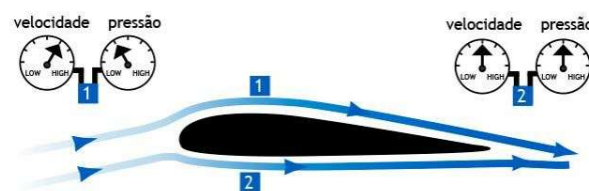
Resposta 1: Teorema de Bernoulli

Para entendermos o Teorema de Bernoulli, Bianchini (2015, p. 18) traz a imagem abaixo, do tubo de Venturi, explicando que “durante o estreitamento do tubo de Venturi, a velocidade do fluido aumenta, enquanto a pressão cai”.



Fonte: Bianchini (2015)

Trazendo essa ideia para a aeronave, sabe-se que a asa é projetada para gerar uma diferença de pressão, fazendo o ar que passa por cima dela ser mais rápido e ter sua pressão reduzida, permitindo que o ar abaixo da asa, por ter maior pressão, produza uma força para cima que compõe a força de sustentação, gerada por essa interação dinâmica, como exemplificado na imagem abaixo (BIANCHINI, 2015).



Fonte: Bianchini (2015)

Pergunta 2: Qual parte de uma aeronave é responsável por mantê-la voando?



Resposta 2: Asa

Vimos na pergunta 1 que é produzida na asa a sustentação, por meio do teorema de Bernoulli, em conjunto com a 3ª lei de Newton, uma vez que parte desse ar além de produzir o efeito **dinâmico** explicado anteriormente, também é direcionado para baixo, gerando uma reação para cima, que é sentida na asa e transmitida para a aeronave, compondo também a sustentação (BIANCHINI, 2015).

Ressalto a palavra **dinâmico** no parágrafo anterior pois existem aeronaves, chamadas planadores, que voam e se mantêm no ar, sem possuir motor, somente por conta do efeito dinâmico, produzido pelo vento relativo, que Bianchini (2015, p. 27) define como: "é o vento paralelo e na direção oposta a trajetória da aeronave. A velocidade do vento relativo é similar a velocidade da aeronave".

Sendo assim, em caso de pane de motor, o avião continua voando, não despenca como uma pedra, mas sim, plana, igual um planador, desde que possua velocidade relativa ao vento que passa por suas asas.

Em perguntas anteriores já foi sugerido o vídeo "O avião vai planar com motores em pane?" do "Canal Aviões e Músicas", que explica um pouquinho sobre o planeio, podendo ser acessado por meio do link:

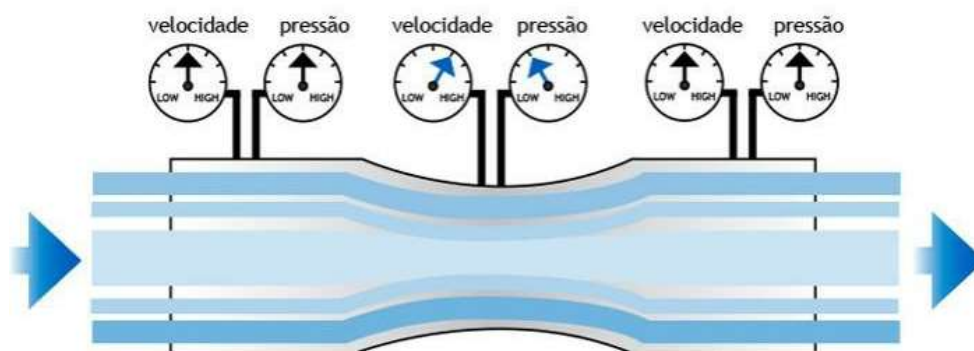
<https://youtu.be/GZOlcV2FqBw?si=uB4JCgW06MpH6lj>

Pergunta 3: Dentro de um tubo de Venturi, quando a velocidade aumenta a pressão?



Resposta 3: Diminui

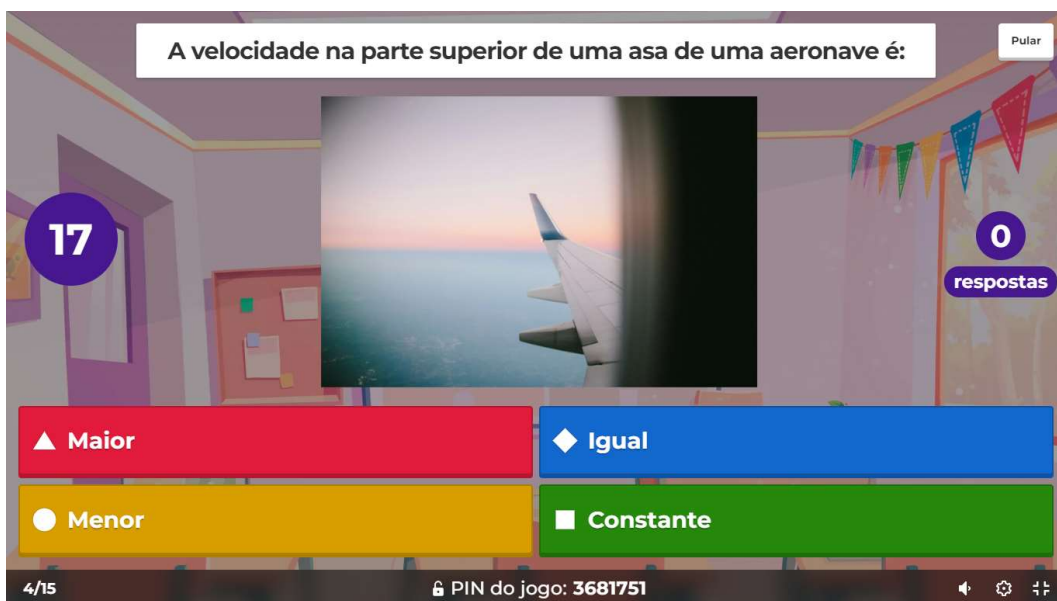
Vimos na resposta 1 o princípio do tubo de Venturi e trazemos novamente a imagem de Bianchini (2015) para exemplificar o fato de que a velocidade do fluido e a pressão dele são inversamente proporcionais.



Fonte: Bianchini (2015)

Podemos explicar esse fenômeno com a analogia de uma seringa, dentro dela temos um volume de 10 mL e comprimento de 10 cm, para passar esse volume em uma agulha de 0,1mL e mesmo comprimento, precisaremos de uma velocidade 100 vezes maior dentro da agulha do que a velocidade de movimento do êmbolo para passar o mesmo volume ao mesmo tempo nos dois lugares. Por outro lado, nota-se que a pressão para acelerar à essa velocidade tem que ser maior na seringa, pois se não, não seria possível tal aceleração.

Pergunta 4: A velocidade na parte superior da asa de uma aeronave é:



Resposta 4: Maior

Os aerofólios são projetados para aproveitar o princípio de Bernoulli, que já foi explicado nas respostas anteriores, então para uma compreensão mais visual, deixo o vídeo do canal “Ensino&Tal - Gamificação e Educação Digital” do Youtube, intitulado “Perfil Aerodinâmico de uma asa”, no início do vídeo ele mostra a filmagem de um túnel de vento, onde foram disparados jatos de fumaça que caminham juntos até baterem no aerofólio, a partir desse momento o que passa por cima tem velocidade maior do que o fluxo abaixo da asa, gerando assim a sustentação. Acesso disponível no link:

https://youtu.be/eir0l8_z5ww?si=ZaPJ8-grTbdQewnr

Pergunta 5: Quando uma aeronave tem uma pane de motor ela:



Resposta 5: Plana

As aeronaves dependem da interação dinâmica do ar com as asas para voar, sendo assim, tendo velocidade relativa do ar na asa, elas sempre poderão planar. Todos os princípios que regem essa afirmação já foram explicados anteriormente, então nos aprofundaremos em partes mais técnicas aqui.

Existe a chamada razão de planeio, que é uma relação entre a distância horizontal e vertical que a aeronave pode planar, ela varia bastante de 8 a 20, dependendo da aeronave, mas se pensarmos em uma aeronave com razão 16, e que está voando a 10 quilômetros de altura, temos um raio de 160 quilômetros para achar um aeroporto e pousar, considerando uma pane total dos sistemas de propulsão, o que dá bastante tempo para gerenciar a situação.

Deixo aqui abaixo alguns vídeos de pousos bem sucedidos em pane total de motor para terem de exemplo do que ocorre e que com o treinamento de pilotagem a situação é perfeitamente gerenciável.

<https://youtu.be/08HPNyy-GLw?si=B2IkA2tSFqhlQWXB>

<https://www.youtube.com/shorts/u1SetLkxUB0>

https://www.youtube.com/shorts/ui_1_CZYmn8

<https://youtu.be/OVLfTYxYICE?si=TNIBBi2yQPVKAekF>

<https://youtu.be/3QpRqp2LS00?si=DW6NHROp1Qfl2TpK>

Pergunta 6: O que ocorre quando elevamos a altitude da aeronave?



Resposta 6: Densidade do ar reduz

É comum vermos reportagens sobre alpinistas respirando ar rarefeito, precisando de máscaras de oxigênio e até comentaristas de futebol comentando sobre o efeito da densidade do ar no corpo humano quando em altitude. Yamamoto (2016, p. 270) afirma que “a pressão atmosférica varia com a altitude. Nas cidades litorâneas, ela é maior do que a centenas de metros acima do nível do mar”. Assim, concluímos que o ar exerce peso, e podemos pensar nele como uma torre, onde à medida que subimos temos menos peso acima de nós, o que reduz a pressão e consequentemente permite que as moléculas estejam mais afastadas umas das outras, o que por sua vez, significa menores densidades.

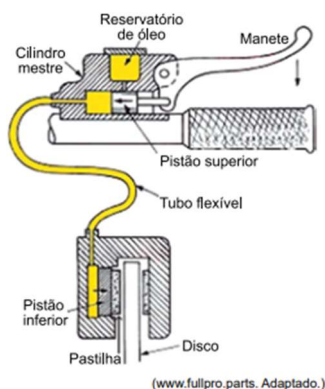
Essa analogia é permitida pela lei dos gases perfeitos, onde se teria somente duas variáveis, pressão e volume, e à medida que a pressão aumenta, com uma mesma massa de ar, o volume teria que diminuir. Comparando o ocorrido com a definição de densidade que é tratada como a razão entre a massa e o volume, para uma mesma massa, quando o volume reduz o sistema se torna mais denso.

Pergunta 7: Qual o princípio físico que amplia a força que o piloto aplica nos freios para parar a aeronave?



Resposta 7: Teorema de Pascal

Você já deve ter notado que os freios das motos são acionados por meio da alavanca de freio, e ela por sua vez transfere a pressão exercida pela mão para a roda, freando o equipamento. No avião não é muito diferente, certamente o sistema é mais robusto e seguro, mas o princípio de Pascal se aplica nas duas situações.



Fonte: <https://app.estuda.com/questoes/?id=6675185>

Yamamoto (2016) descreve o teorema de Pascal por meio da equação abaixo que afirma que a pressão é constante em todo o fluido estático, sendo assim, a força transmitida para a pastilha terá que ser maior do que a aplicada no cilindro mestre já que o diâmetro do êmbolo que empurra a pastilha é bem maior do que o de dentro do cilindro mestre. Segue um exemplo onde a área do pistão é 3 vezes maior do que a do cilindro mestre, aumentando em 3 vezes a força que chega a ele:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \rightarrow \quad \frac{F_1}{A} = \frac{F_2}{3A} \quad \rightarrow \quad \frac{3A \cdot F_1}{A} = F_2 \quad \rightarrow \quad F_2 = 3F_1$$

Pergunta 8: Quanto menor a temperatura do ar:



Resposta 8: Maior será a pressão

Nesse caso iremos considerar a equação dos gases perfeitos, trazida no livro de Yamamoto (2016), porém o volume da atmosfera será constante:

$$\frac{p_1 * V_1}{T_1} = \frac{p_2 * V_2}{T_2} \rightarrow \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

Assim analisando a equação, quando diminuirmos a temperatura a pressão deve aumentar na mesma proporção para que se mantenha o equilíbrio.

Outra forma de pensarmos é considerando a agitação molecular dos gases, quanto menor a temperatura menor a agitação do ar, e consequentemente, teremos mais moléculas no mesmo espaço, e consequentemente, como já vimos que o ar tem massa e peso, maior será o peso, e maior será a pressão.

O vídeo "Pressão atmosférica - sentindo o peso do ar" do canal O Incrível Pontinho Azul explica um pouquinho mais sobre as grandezas atmosféricas, podendo ser acessado por meio do link:

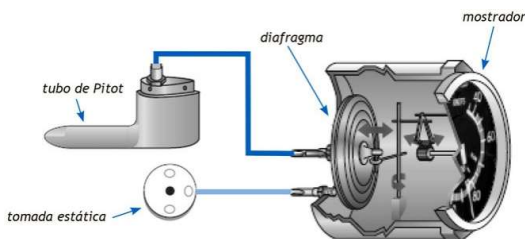
<https://youtu.be/qSfwerurzXA?si=wCIG9lsnu2DOXpAu>

Pergunta 9: Qual a propriedade do ar que permite o funcionamento do Altímetro?



Resposta 9: Densidade

Já falamos sobre a interação entre as grandezas pressão e densidade nas questões anteriores e já identificamos que a pressão e a densidade do ar diminuem à medida que subimos em altitude. Considerando esses conhecimentos prévios, vamos analisar esse instrumento altímetro que também pode ser considerado um barômetro, dentro dele existe uma cápsula aneroide, que pode ser comparada à um balão, com uma quantidade fixa de ar dentro dela. Conforme a pressão do ar envolta do diafragma diminui com o aumento de altitude, esse balão infla, aumentando de volume e movimentando os marcadores de altitude. Esse aumento de volume, mantendo a massa dentro da cápsula, modifica a densidade do sistema interno de modo a equalizar com a mesma pressão e densidade do ar que a envolve.

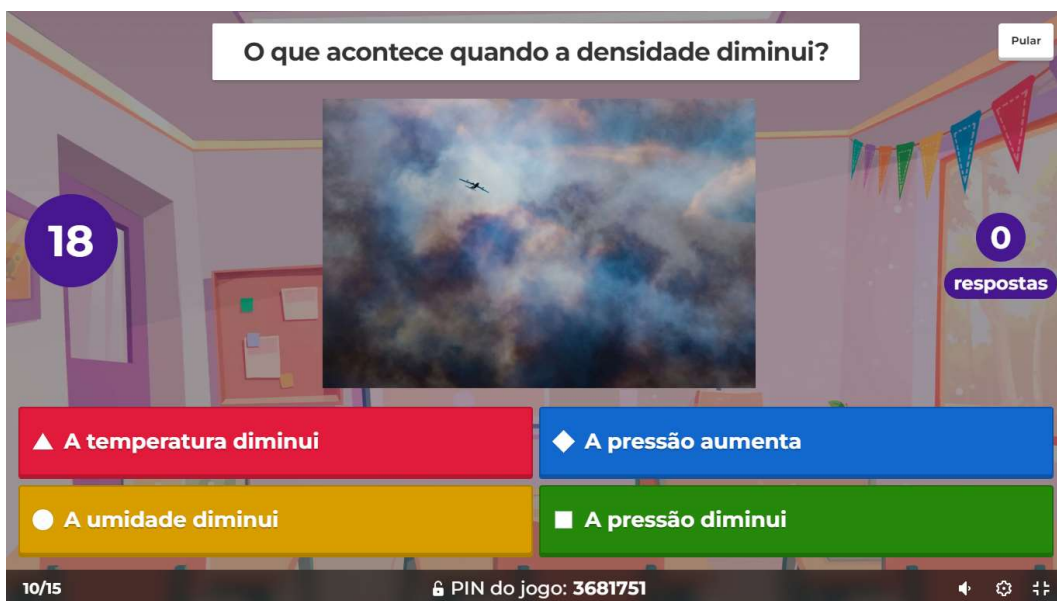


Fonte: Bianchini (2015)

A figura acima esquematiza o sistema descrito e o vídeo abaixo do canal "Hangar MMA", intitulado "Como funciona um altímetro?" mostra o altímetro em funcionamento e alguns de seus princípios:

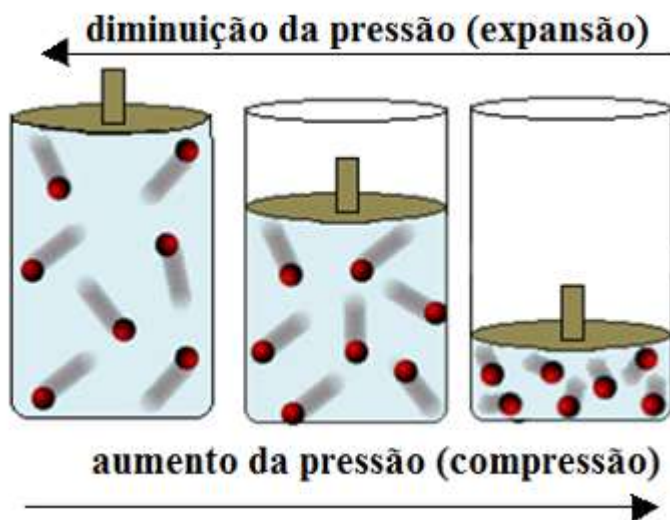
<https://youtu.be/CCV4HjDJ0cA?si=l2VWJ1WBthlaN5oB>

Pergunta 10: O que acontece quando a densidade do ar diminui?



Resposta 10: A pressão diminui

Falamos bastante da relação entre pressão e densidade nos gases. Abaixo a imagem representa visualmente a situação. Em todos os recipientes temos a mesma massa de gás, porém conforme a pressão aumenta o volume diminui, o que faz a razão de massa sobre volume ser maior, ou seja, mais denso.



Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/conceito-caracteristicas-dos-gases.htm>

O simulador de “Propriedade dos Gases” do site Phet é uma forma interessante de explorar as diversas condições e pode ser acessado pelo link:

https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_all.html?locale=pt_BR

Pergunta 11: Qual o princípio físico que permite que as aeronaves mais leves que o ar voarem?



Resposta 11: Princípio de Arquimedes

Todo o corpo ocupa seu lugar no espaço, e quando olhamos para um corpo imerso em fluido (ar, água, gases ou líquidos) o princípio de Arquimedes define que o empuxo é a força feita pelo fluido, oposta ao peso, que tem módulo igual ao peso da parte fluída deslocada (YAMAMOTO, 2015).

Em outras palavras, a massa de fluido que o corpo desloca gera uma força nesse corpo, de modo a se opor ao seu peso. Pensamos agora em um balão, para ele subir o gás dentro dele deve ser menos denso que o ar fora dele, se comportando como um corpo menos denso que o fluido que o envolve, que desloca uma massa de fluido e gera o empuxo para que ele suba.

Uma atividade interessante é explorar o simulador de “Densidade” do site “Phet”, modificando as dimensões e propriedades dos corpos para várias condições e depois tentar desvendar os “mistérios”, descobrindo do que cada material é feito por meio da balança e do deslocamento de água do reservatório. No segundo link é possível fazer experiências para ver o quanto de material um barquinho pode carregar. As dinâmicas podem ser feitas acessando os links abaixo:

https://phet.colorado.edu/sims/html/density/latest/density_all.html?locale=pt_BR

https://phet.colorado.edu/sims/html/buoyancy/latest/buoyancy_all.html?locale=pt_BR

Pergunta 12: O que acontece com a temperatura do óleo após sair do radiador?



Resposta 12: Reduz

Os motores tanto de aviões, assim como os dos carros, esquentam conforme o seu funcionamento vai acontecendo, para isso as fabricantes utilizam de estratégias para esfriar o motor e evitar o superaquecimento, é muito comum o arrefecimento a ar, onde o direcionamento do fluxo de ar pelo motor que possui muitas vezes aletas, já auxilia na redução da temperatura, mas o atrito das peças é um dos grandes fatores que auxiliam no aquecimento do sistema, para isso, é utilizado o óleo, que além de lubrificar e reduzir o atrito entre as peças, absorve parte desse calor, que é direcionado para um sistema de resfriamento, chamado de radiador.

Bianchini (2015, p. 123) explica que “o radiador de óleo funciona como um trocador de calor, pois fica exposto ao fluxo de ar, permitindo assim, que o óleo ao circular pela estrutura do radiador saia com menor temperatura e maior viscosidade”.

Esse vídeo abaixo do canal “Bompreço Auto Peças” intitulado “Saiba como funciona o Sistema de Arrefecimento”, mostra o sistema de arrefecimento de um automóvel, aprofundando um pouco o assunto. Acesse o link abaixo para assistir:

https://www.youtube.com/watch?v=nNVGUynIIlMo&ab_channel=Bompre%C3%A7oAutoPe%C3%A7as

Pergunta 13: Processo pelo qual o calor é transportado pelo ar verticalmente é chamado de:



Resposta 13: Convecção

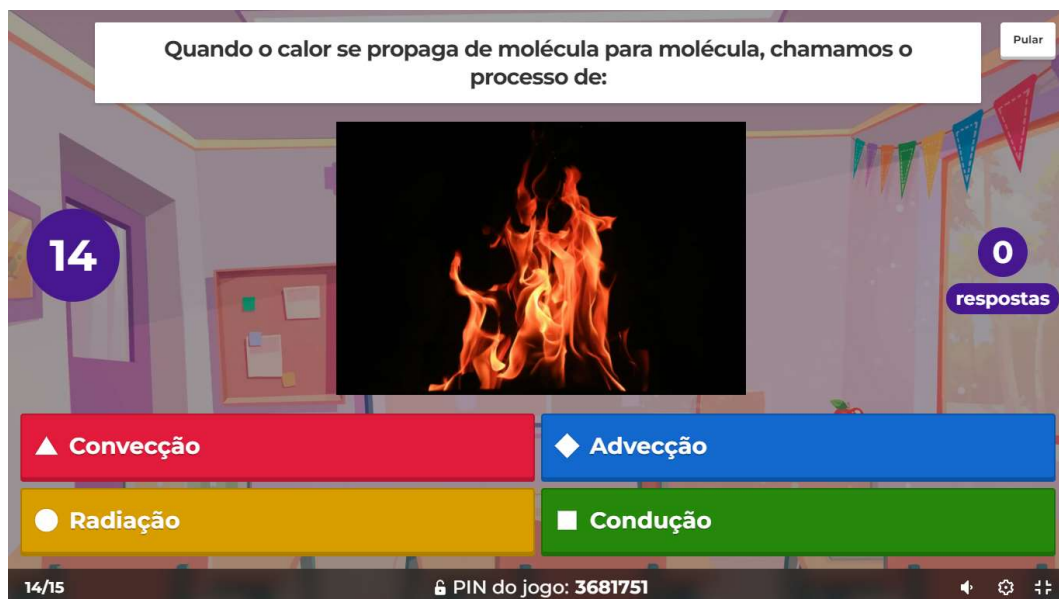
Um ponto importante aqui é a diferença de temperatura e calor, Yamamoto (2016, p. 12) define a primeira como “a medida associada ao grau de agitação das partículas” e a segunda como “a energia térmica em trânsito que está sendo transferida de um corpo a outro devido à diferença de temperatura”. É importante diferenciarmos, a temperatura é uma medida em uma escala, enquanto o calor é a condução da energia que pode ser propagada de três formas: Condução, Convecção e Radiação.

A convecção é a primeira que veremos, sendo “a propagação de calor na qual a energia térmica se transmite mediante o transporte de matéria” (YAMAMOTO, 2016, p. 36). Ela ocorre em fluídos quando se tem moléculas de temperaturas diferentes, geralmente as porções com maior temperatura se tornam menos densas e sobem, enquanto as porções com menor temperatura se tornam mais densas e descem, sempre buscando o equilíbrio térmico.

O vídeo abaixo do canal “Com Ciência” intitulado “Propagação de calor - CONDUÇÃO, CONVECÇÃO E IRRADIAÇÃO” explica sobre todos os três tipos de propagação de calor e aos 02:15 inicia a explicação sobre convecção, confira no link:

<https://youtu.be/BiNNerc1e9U?si=nK8UeisZKugKDY-O>

Pergunta 14: Quando o calor se propaga de molécula para molécula, chamamos o processo de:

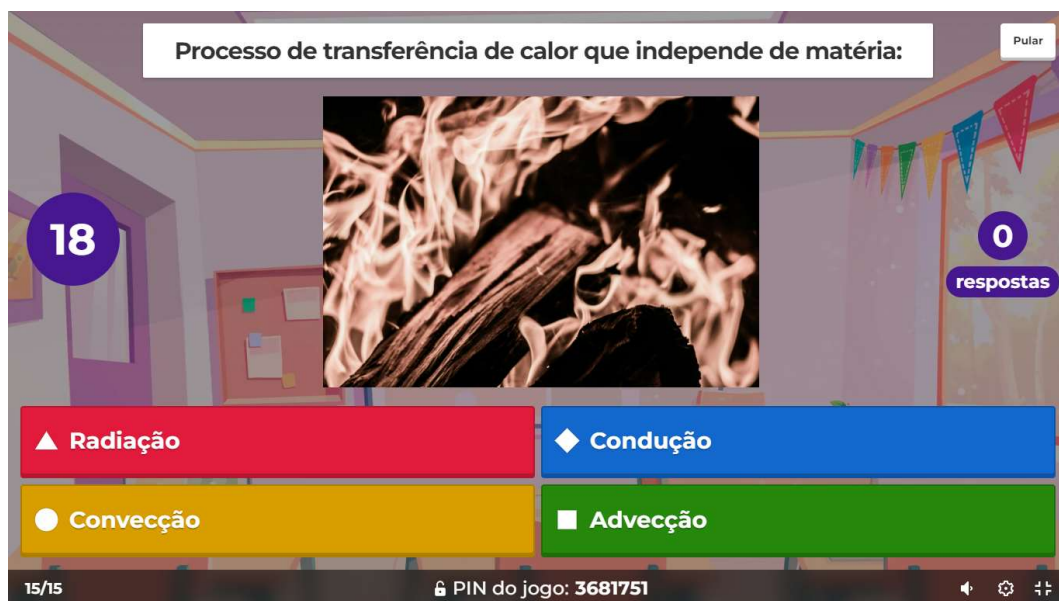


Resposta 14: Condução

A condução é outra forma de propagação do calor, sendo “a propagação de calor na qual a energia (térmica) se transmite de partícula para partícula” (YAMAMOTO, 2016, p. 35). Essa propagação ocorre pelo contato quando um corpo com maior temperatura, que possui maior agitação molecular, toca um corpo de menor temperatura. As moléculas começam a buscar um equilíbrio térmico e a agitação molecular do primeiro corpo vai agitando as moléculas do segundo até o equilíbrio ser atingido.

O vídeo abaixo do canal Com Ciência intitulado “Propagação de calor - CONDUÇÃO, CONVECÇÃO E IRRADIAÇÃO” explica sobre todos os três tipos de propagação de calor e aos 01:00 inicia a explicação sobre condução, confira no link: <https://youtu.be/BiNNerc1e9U?si=nK8UeisZKugKDY-O>

Pergunta 15: Processo de transferência de calor que independe de matéria:



Resposta 15: Radiação

Por último, a radiação térmica ou irradiação também constitui uma forma de propagação do calor, sendo “a propagação de calor na qual a energia (térmica) se transmite através de ondas eletromagnéticas” (YAMAMOTO, 2016, p. 37). Essa propagação não depende de contato entre os corpos, podendo ocorrer também através do vácuo como ocorre com o sol, que emite seus raios solares e em aproximadamente 8 minutos essa radiação chega à Terra e aquece nosso planeta.

O vídeo abaixo do canal “Com Ciência” intitulado “Propagação de calor - CONDUÇÃO, CONVECÇÃO E IRRADIAÇÃO” explica sobre todos os três tipos de propagação de calor e aos 03:28 inicia a explicação sobre irradiação, confira no link: <https://youtu.be/BiNNerc1e9U?si=nK8UeisZKugKDY-O>

CINEMÁTICA E CONVERSÃO DE UNIDADES

Nesse banco de questões veremos alguns princípios da cinemática. Serão abordados conceitos de aceleração, velocidade, movimento circular, decomposição vetorial e conversão de unidades de medida.

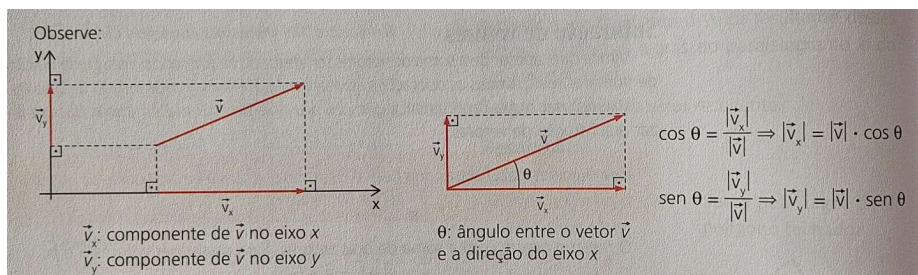
Para nos ajudar no entendimento destes tópicos, o autor Yamamoto (2016, p. 15), o qual é utilizado na escola em que foi aplicado este projeto como livro didático, define grandeza física como “ente físico associado a algum fenômeno natural, que pode ser comparado e medido quantitativamente”. Também é explicado em seu texto que as grandezas escalares “são caracterizáveis tão somente por um valor numérico e uma unidade de medida”, enquanto as grandezas vetoriais “são aquelas que contam, além da intensidade, com uma orientação de espacial (direção e sentido) para serem perfeitamente caracterizadas”. Ele também nos lembra sobre o Sistema Internacional de unidades (SI), onde são definidas como unidades fundamentais das grandezas: metro, quilograma, segundo, ampère, kelvin, mol e candela; e a partir dessas, “derivam-se as demais unidades” (p. 18).

Algumas unidades do sistema inglês de unidades são muito utilizadas na aviação, visto que a produção de aeronaves tem um grande volume nos Estados Unidos, assim, faz-se necessário conhecer as conversões dessas unidades:

Sistema da Aviação	Sistema do dia a dia	Sistema Internacional
1 Milha Náutica (NM)	1,852 quilômetros (Km)	1.852,00 metros (m)
1 pé (ft)	0,3 metros (m)	0,305 metros (m)
1 nó (kt)	1,852 quilômetros por hora (Km/h)	0,5144 metros por segundo (m/s)

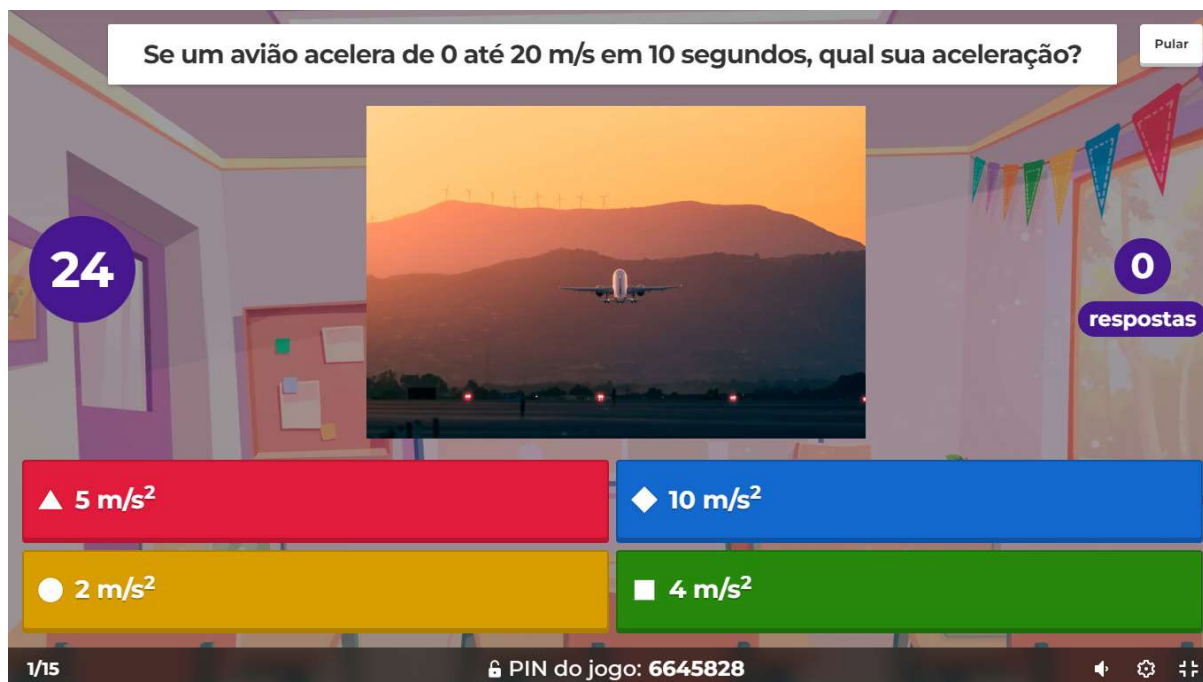
Fonte: O autor

Outra propriedade importante de se lembrar é a decomposição vetorial, que Yamamoto (2016) afirma que “um vetor $\vec{v}$ pode ser decomposto, quando necessário, em dois vetores componentes, $\vec{v}_1$ e $\vec{v}_2$, perpendiculares entre si”. Para isso, o autor esquematiza a decomposição da seguinte forma:



Fonte: Yamamoto (p. 88, 2016)

Pergunta 1: Se um avião acelera de 0 a 20 m/s em 10 segundos, qual sua aceleração?



Resposta 1: 2 m/s²

A aceleração para Yamamoto (2016, p. 47) é “a ideia de variação de ritmo ou de velocidade” ou ainda “fazer a intensidade e/ou a direção e/ou o sentido da velocidade do móvel alterar-se, seja aumentando-a, seja diminuindo-a”.

Partindo dessa segunda definição precisamos fazer algumas considerações para a execução dessa questão. A primeira é que como a aeronave acelera em uma pista reta, a direção da velocidade não irá variar, e a segunda, por conta de termos um intervalo de tempo, consideraremos a aceleração média (nesse caso escalar, por conta da direção constante).

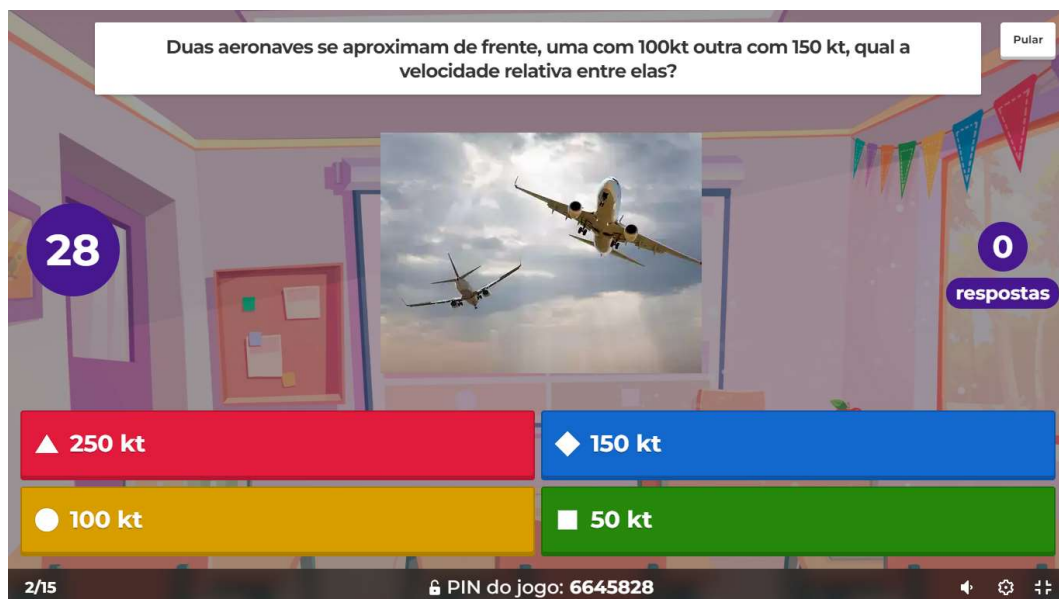
Segundo Yamamoto (2016, p. 49), “a aceleração escalar média (a_m) é a variação total da velocidade de um móvel em determinado intervalo de tempo”. E pode ser expressa pela expressão:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_0}{t_f - t_0}$$

Nessa questão temos uma variação positiva de velocidade de 20 m/s em 10 segundos, dividindo esses dois valores temos a resposta:

$$a_m = \frac{20}{10} = 2 \text{ m/s}^2$$

Pergunta 2: Duas aeronaves se aproximam de frente, uma com 100kt outra com 150kt, qual a velocidade relativa entre elas?



Resposta 2: 250 kt

Para conversarmos sobre movimento relativo faremos uma comparação com um carro, onde nós observadores (referencial) estamos ultrapassando outro, quando estamos atrás de um carro andando à mesma velocidade nossa percepção é que o carro da frente está parado em relação a nós, mas no momento que iniciamos a ultrapassagem aceleramos e o carro que estava na nossa frente parece estar vindo de ré, por fim, se um carro está vindo em nossa direção, esse carro parece que está se aproximando muito mais rápido do que estamos nos afastando do carro à ser ultrapassado.

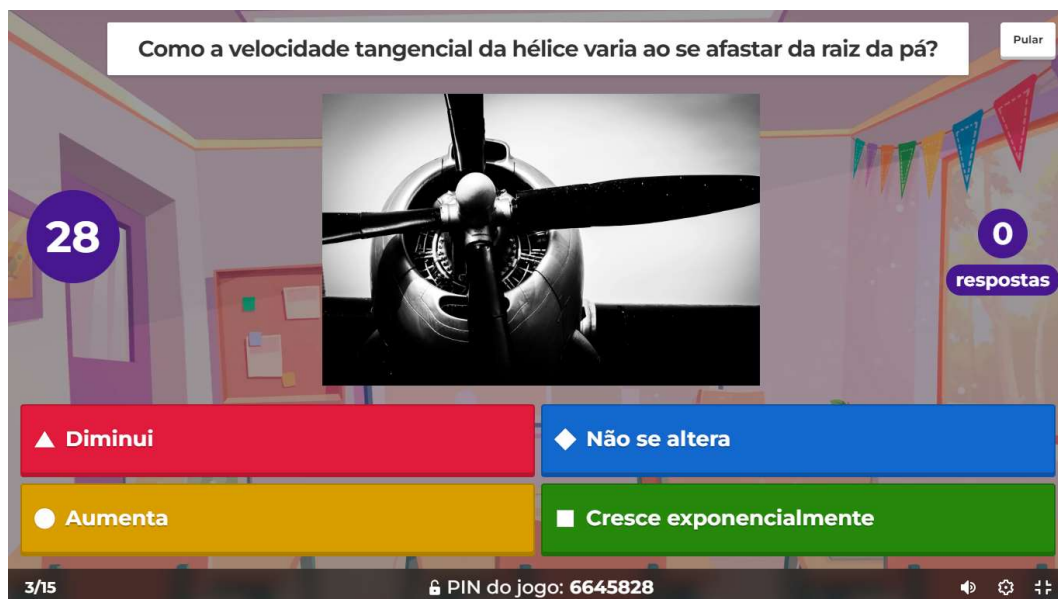
Partindo dessa comparação, podemos entender que o “deslocamento escalar relativo (ΔS_{rel}) é o deslocamento de um móvel em relação a outro, tomado como referencial” (YAMAMOTO, 2016, p. 42). Nesse ponto, o tempo passa de forma igual para ambos os objetos, então essa definição se estende para velocidade escalar relativa.

Resolvendo a questão, como as aeronaves se aproximam de frente, somam-se as velocidades e o resultado é 250 kt.

O vídeo abaixo do canal “Fisiquei” no Youtube, intitulado “03 Velocidade relativa | AULA” explica mais sobre as análises que podem ser feitas em questões sobre velocidade relativa, e pode ser acessado pelo link:

https://www.youtube.com/watch?v=s4XYg3LSEkw&ab_channel=Fisiquei

Pergunta 3: Como a velocidade tangencial da hélice varia ao se afastar da raiz da pá?



Resposta 3: Aumenta

Nessa relação iremos utilizar a definição de velocidade vetorial média de Yamamoto (2016, p. 91) que a define como: “razão entre o vetor deslocamento $\vec{d}$ e o intervalo de tempo despendido no decorrer da locomoção empreendida por um móvel:

$$\overrightarrow{V_m} = \frac{\vec{d}}{\Delta t} \text{ ”.}$$

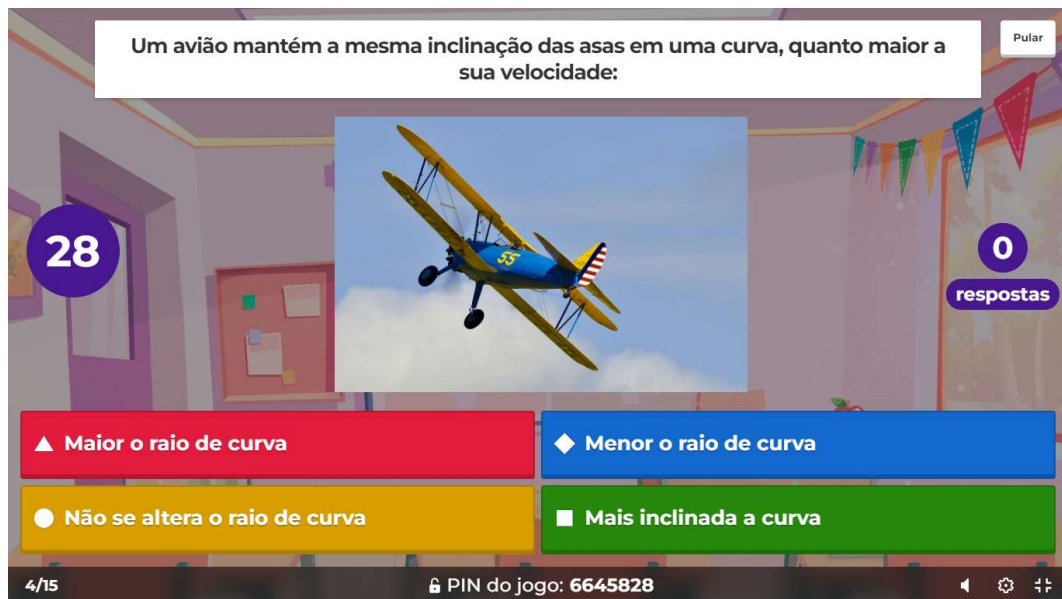
Pensando em uma hélice, o sistema todo gira com a mesma frequência (rotações por minuto – RPM), mas o deslocamento de um ponto mais próximo do eixo é menor do que o deslocamento de um ponto mais afastado, na ponta da hélice, veja a imagem e note que o caminho percorrido pela ponta da pá é maior do que o percorrido pelo ponto ao centro da hélice, porém, os tempos de deslocamento são iguais:



Fonte: Homa (2010)

Assim conclui-se que um maior deslocamento no mesmo tempo possui uma velocidade tangencial maior, mesmo tendo uma velocidade angular igual (mesma frequência/RPM).

Pergunta 4: Um avião mantém a mesma inclinação das asas em uma curva, quanto maior a sua velocidade:



Resposta 4: Maior o raio de curva

Para uma analogia podemos pensar em uma bicicleta, quando fazemos uma curva precisamos “deitar” um pouco a bicicleta para o lado de dentro dela, o que equivale à inclinação da aeronave. Se estivermos com uma grande velocidade, a mesma curva precisará de maior inclinação, ou não havendo, ela sairá mais aberta.

A mesma situação acontece com aeronaves, uma parcela da sustentação tem o papel de força centrípeta, que Yamamoto (2016, p. 177) define como “a força responsável pela mudança de direção do vetor velocidade”, a qual após uma relação com a segunda lei de Newton ($F = m \cdot a$) é expressa pelo autor como: $F_{cp} = m \cdot \frac{v^2}{R}$, onde v é a velocidade tangencial e R o raio da curva.

Sendo assim, como uma mesma massa de aeronave, para uma curva com o dobro da velocidade, ou precisaríamos de uma força centrípeta 4 vezes maior ou um raio 4 vezes maior.

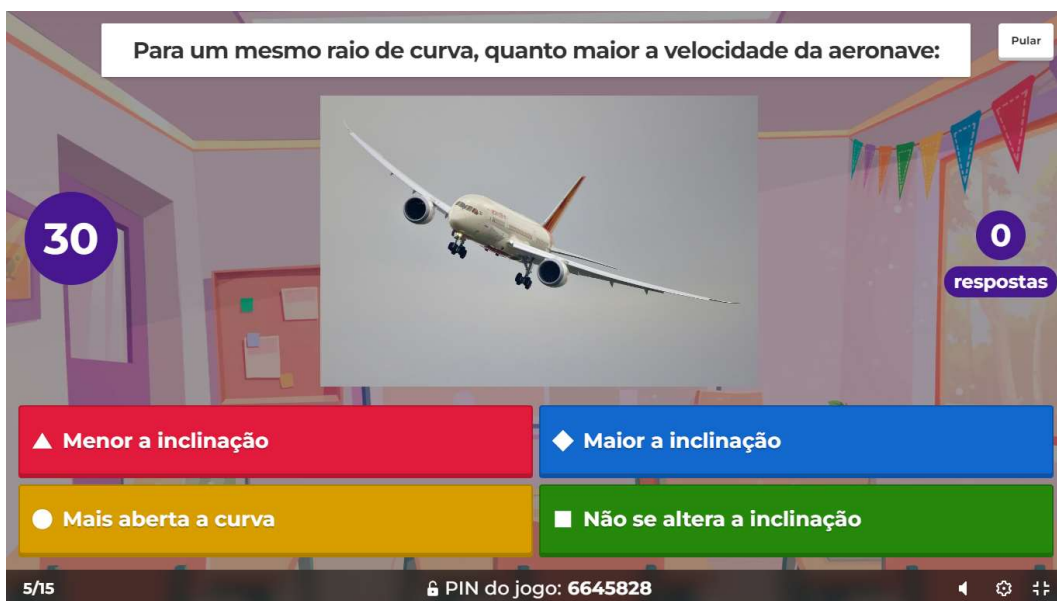
Analisando a equação da sustentação trazida por Bianchini (2015), percebe-se que a sustentação também cresce com a velocidade em fator quadrático, porém a força de sustentação sendo um vetor, somente a componente direcionada ao centro da curva é parte da força centrípeta, resultando em um aumento do raio.

$$L = C_L \times \frac{1}{2} \rho v^2 \times S$$

L = sustentação
 C_L = coeficiente de sustentação
 ρ = densidade do ar
 V = velocidade aerodinâmica
 S = área da asa

Fonte: Bianchini (2015)

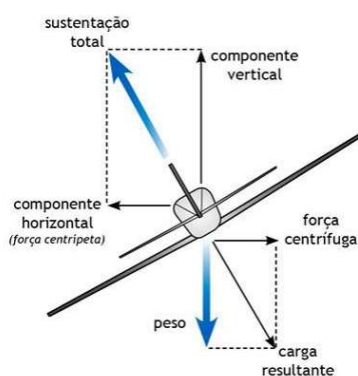
Pergunta 5: Para um mesmo raio de curva, quanto maior a velocidade da aeronave:



Resposta 5: Maior a inclinação

Na questão anterior exploramos matematicamente esse tema, nesta, iremos fazer, uma analogia às motos de corrida, quanto mais rápido os pilotos correm, maior é a inclinação com que entram nas curvas, assim, para uma mesma curva, teremos que inclinar mais a aeronave para manter o mesmo raio.

Aqui temos uma imagem que mostra a componente da sustentação que faz o papel de força centrípeta, note que quanto mais inclinada a aeronave está, maior fica a componente centrípeta:



Fonte: Bianchini (2015)

O vídeo abaixo do canal "Chama o Físico" intitulado "Força Centrípeta | LEIS DE NEWTON" explica sobre ela e como ela atua em diversos tipos de situação, vale conferir no link: https://youtu.be/WNcU_aPuwWc?si=jUhpsqi059XEJ-4s

Pergunta 6: Se um avião freia de 55 m/s para 5 m/s em 5 segundos, qual sua aceleração?



Resposta 6: -10 m/s^2

Já definimos a aceleração na pergunta 1, então iremos partir das mesmas premissas vistas lá: como a aeronave freia em uma pista reta, a direção da velocidade não irá variar, e por conta de termos um intervalo de tempo, consideraremos a aceleração média (nesse caso escalar, por conta da direção constante).

Já vimos que para Yamamoto (2016, p. 49) “a aceleração escalar média (a_m) é a variação total da velocidade de um móvel em determinado intervalo de tempo.” E sua expressão é:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_0}{t_f - t_0}$$

O intervalo de tempo nessa questão é de 5 segundos, então, consideramos t_0 igual a zero:

$$a_m = \frac{5 - 55}{5}$$

$$a_m = \frac{-50}{5}$$

$$a_m = -10 \text{ m/s}^2$$

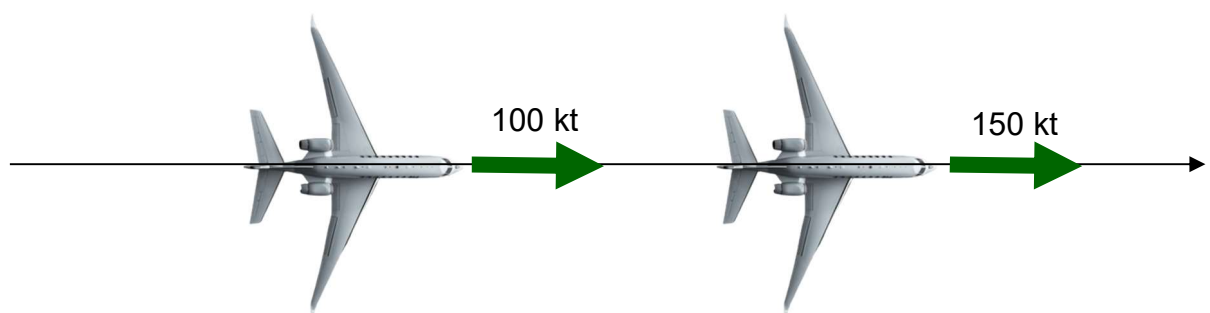
Pergunta 7: Duas aeronaves se afastam com mesmo rumo, uma com 100 kt outra com 150 kt, qual a velocidade relativa entre elas?



Resposta 7: 50 kt

Já discutimos a parte teórica desta questão na pergunta 2, então iremos utilizar as mesmas analogias para resolução deste problema. Uma consideração muito importante é que as aeronaves estão com o mesmo rumo, ou seja, com o nariz apontado para mesma direção e viajando no mesmo sentido, assim, elas se afastam, porém, com a diferença de suas velocidades.

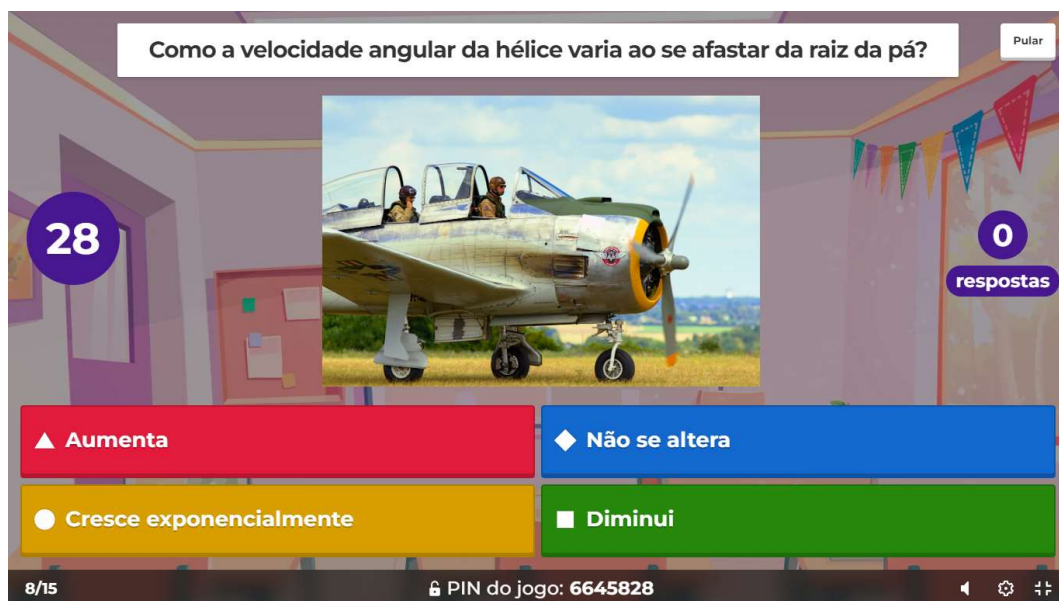
Poderíamos esquematizar essa questão da seguinte forma:



Fonte: O autor, imagem adaptada de https://pt.pngtree.com/freepng/white-plane-on-transparent-background_17619353.html.

O avião da frente está 50 kt mais rápido do que o de trás, o que faz ele se afastar com essa mesma velocidade. Se formos pensar um pouco mais à frente, após uma hora a aeronave da frente teria percorrido 50 milhas náuticas a mais do que a de trás, o que daria uma distância entre elas de 50 milhas náuticas, se elas permanecessem com mesmo rumo.

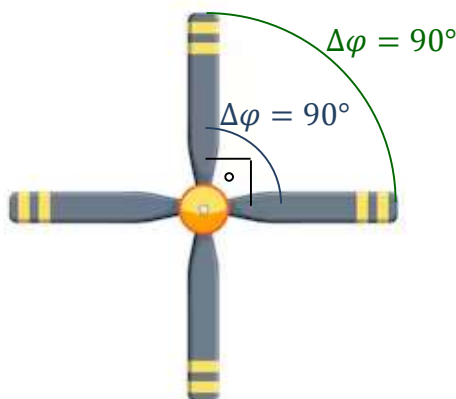
Pergunta 8: Como a velocidade angular da hélice varia ao se afastar da raiz da pá?



Resposta 8: Não se altera

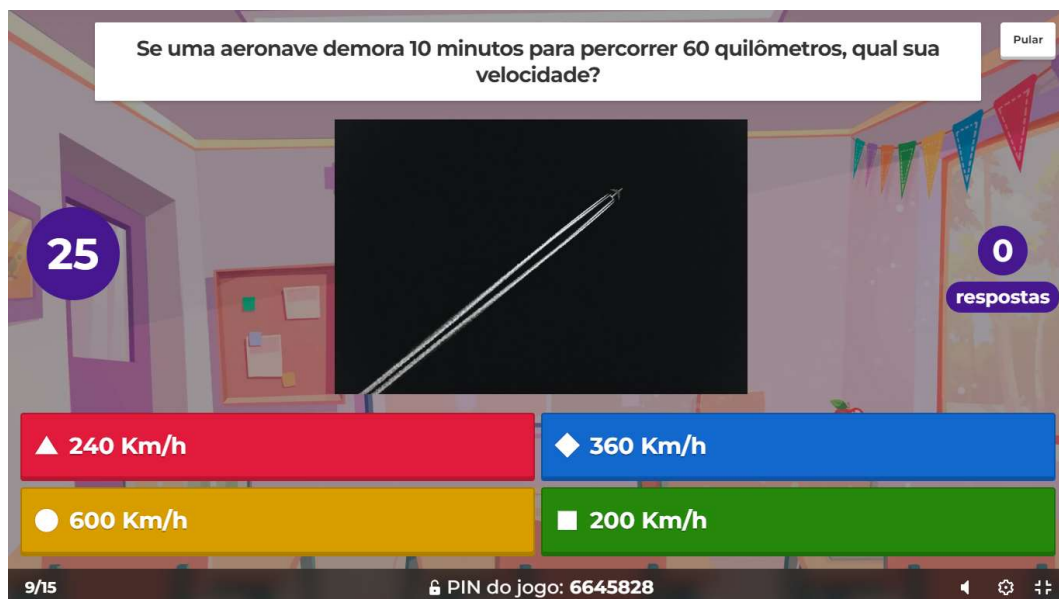
A velocidade tangencial já foi tratada na pergunta 3, porém não podemos confundi-la com a velocidade angular que é tratada nesta questão. “A velocidade angular média (ω_m), para objetos em movimento circular, é determinada pela razão entre o deslocamento angular ($\Delta\varphi$) realizado e o intervalo de tempo requerido (Δt): $\omega_m = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ ”. (YAMAMOTO, 2016, p. 103).

Neste ponto devemos lembrar que a hélice é íntegra e todos os seus pontos giram com a mesma RPM – Rotação por minuto, assim, percorrem o mesmo ângulo, no mesmo período de tempo, e possuem a mesma velocidade angular.



Fonte: O autor, imagem adaptada de https://br.freepik.com/vetores-premium/helice-de-aviao-definir-ilustracao-vetorial-isolada-no-fundo-branco_25147014.htm

Pergunta 9: Se uma aeronave demora 10 minutos para percorrer 60 quilômetros, qual sua velocidade?



Resposta 9: 360 km/h

Sabendo que a velocidade é a razão do deslocamento em determinado tempo, como já estudamos em perguntas anteriores, temos 2 formas de resolver essa questão. A primeira é mais intuitiva e pode ser feita mentalmente por meio de uma regra de três, onde a aeronave desloca em 10 minutos 60 quilômetros, em uma hora, ou seja, 60 minutos, quanto ela deslocaria?

TEMPO	DISTÂNCIA
10 m	60 Km
60 m (1h)	X Km

$$X = \frac{60 * 60}{10} = 360 \text{ Km}$$

360 Km em 1 hora são **360 Km/h**

Ou poderia ser feita a relação por meio da equação da velocidade, porém, nesse caso, as unidades de medida devem estar no Sistema Internacional, ou seja, metros e segundos, assim, multiplicamos a distância em quilômetros por 1000 para transformar em metros e o tempo em minutos por 60 para transformar em segundos:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{60 * 1000}{10 * 60} = 100 \text{ m/s}$$

Após acharmos a velocidade em m/s precisamos converter para Km/h e o fator de conversão é 3,6, sendo multiplicado para transformação de m/s para Km/h:

$$v_m = 100 * 3,6 = \textbf{360 Km/h}$$

Pergunta 10: Se uma aeronave se desloca 10 Milhas Náuticas em 15 minutos, qual sua velocidade?



Resposta 10: 40 kt

Da mesma forma que a questão anterior, podemos fazer uma regra de três, onde a aeronave desloca em 15 minutos 10 milhas náuticas, em uma hora, ou seja, 60 minutos, quanto ela deslocaria?

TEMPO	DISTÂNCIA
15 m	10 NM
60 m (1h)	X NM

$$X = \frac{60 * 10}{15} = 40 \text{ NM}$$

40 NM em 1 hora são **40 Kt**

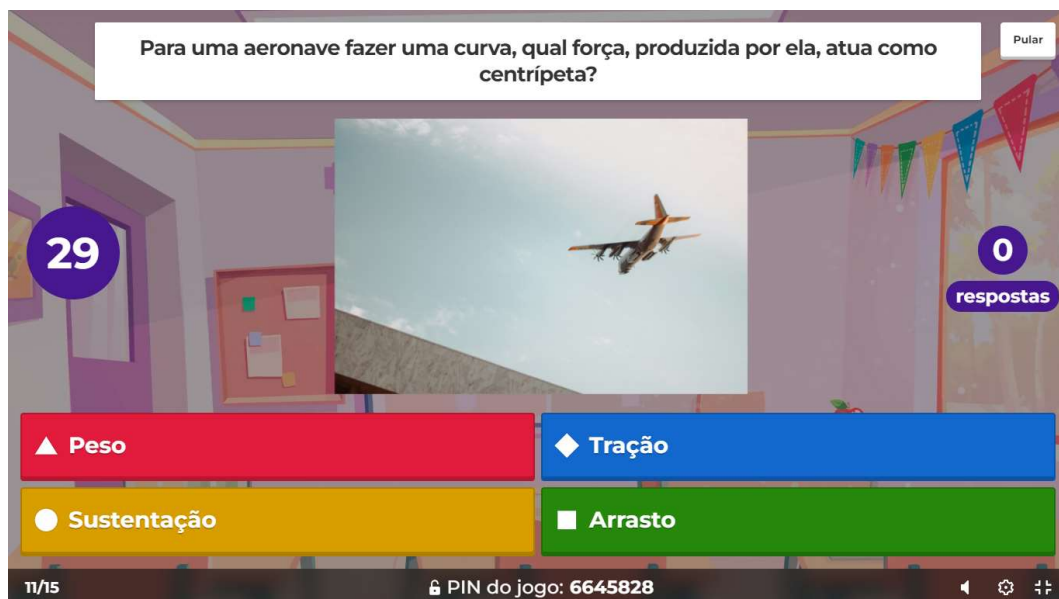
Ou pela equação da velocidade, com as unidades de medida no Sistema Internacional, multiplicamos a distância em milhas náuticas por 1852 para transformar em metros e o tempo em minutos por 60 para transformar em segundos:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{10 * 1852}{15 * 60} = 20,577 \text{ m/s}$$

Após acharmos a velocidade em m/s precisamos converter para nós e o fator de conversão é $\frac{3,6}{1,852} = 1,944$, sendo multiplicado por 3,6 para transformação de m/s para Km/h e depois dividido por 1,852 por conta de 1 milha náutica equivaler a 1,852 quilômetros, resultando nos mesmos 40 nós:

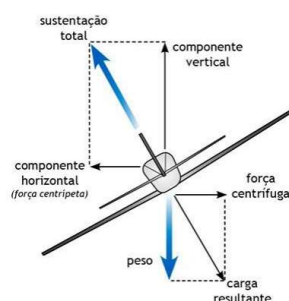
$$v_m = 20,577 * 1,944 = \textbf{40 Kt}$$

Pergunta 11: Para uma aeronave fazer uma curva, qual força, produzida por ela, atua como centrípeta?



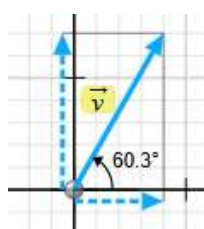
Resposta 11: Sustentação

Nas perguntas 4 e 5 já havíamos explorado esse tema, com analogias a bicicletas e motos de corrida, e identificado a componente da sustentação que faz o papel de força centrípeta, na imagem abaixo:



Fonte: Bianchini (2015)

É interessante explorar o simulador de adição de vetores do Phet, colocando um vetor no plano 2D e variando sua inclinação, note que o ângulo indicado é o ângulo complementar da inclinação da curva da aeronave. Acesse o simulador em: https://phet.colorado.edu/sims/html/vector-addition/latest/vector-addition_all.html?locale=pt_BR



Fonte: O autor no simulador Phet

Pergunta 12: Um helicóptero voando a 20 m/s está voando a quantos km/h?



Resposta 12: 72 Km/h

Já trabalhamos com esse fator de conversão em questões anteriores, sendo ele 3,6 que neste caso multiplica os m/s para resultar os km/h.

$$v = 20 * 3,6 = 72 \text{ Km/h}$$

Esse fator é a simplificação de uma regra de três, onde transformamos o valor da hora em segundos, multiplicando 60 segundos (que é um minuto) por 60 minutos (que é uma hora), obtendo os 3600 segundos a cada hora. Após esse cálculo, teremos quantos metros deslocamos por hora, e como a cada mil metros temos um quilômetro, dividimos o resultado por mil para termos os Km/h:

TEMPO	DISTÂNCIA
1 s	20 m
3600 s (1h)	X m

$$X = 20 * 3600 = 72000 \text{ m}$$

$$X = \frac{72000m}{1000} = 72 \text{ Km}$$

72 KM em uma hora são 72 Km/h

Uma dica extra para usar o fator 3,6 e saber quando utilizar a multiplicação ou a divisão é pensar nas grandezas, se temos metros por segundo, temos grandezas menores, do que quilômetros e horas, então se vamos do menor para o maior, o fator tem que multiplicar, já o inverso, se temos a unidade maior e queremos passar para metros e segundos, o fator é dividido, que reduzirá o número final.

Pergunta 13: Quanto vale 1 milha náutica em quilômetros?

Quanto vale 1 Milha Náutica em Quilômetros?

28

0 respostas

▲ 0,303 Km

◆ 1 Km

● 1,609 Km

■ 1,852 Km

13/15 PIN do jogo: 6645828

Resposta 13: 1,852 Km

Pergunta 14: Quanto vale 1 metro em pés?

Quanto vale 1 metro em pés?

21

0 respostas

▲ 3,28 ft

◆ 0,303 ft

● 1,852 ft

■ 1 ft

14/15 PIN do jogo: 6645828

Resposta 14: 3,28 ft

Como esses resultados são definições das escalas de medida, não faremos demonstrações para essas soluções.

Pergunta 15: Quanto vale 130 milhas náuticas em quilômetros?



Resposta 15: 240 Km

Essa questão também pode ser respondida por uma regra de três, sabendo que uma milha náutica equivale a 1,852 quilômetros, 130 milhas seriam a multiplicação desses dois valores:

Milhas Náuticas	Quilômetros
1 NM	1,852 Km
130 NM	X Km

$$X = 130 * 1,852 \approx 240 \text{ Km}$$

Em uma prova de múltipla escolha, para solucionar esse tipo de questão, pode-se multiplicar a quantia de milhas por 2 e ponderar o valor mais próximo, aproximando o resultado para 260 e sabendo que esse valor é superior ao valor exato, escolhemos o resultado mais próximo, abaixo dele. Observe que só é possível esse tipo de raciocínio em questões de múltipla escolha e onde as respostas não tenha valores próximos como o valor 250 para essa questão.

CHECK OUT

Durante a nossa viagem passamos por vários *checkpoints*, iniciamos nossa jornada com uma apresentação da proposta desse material, entendemos um pouco mais sobre o que são os jogos, como esse jogo foi construído e como os jogos e em especial o Fisicahoot! pode ser útil para melhorar o interesse e o engajamento dos alunos no aprendizado de física no ensino médio, ressaltamos que a Escala de Medida de Engajamento e Interesse – EMEI, por ser mais teórica está mais desenvolvida na dissertação a qual esse produto educacional é vinculado, também de minha autoria.

Passando pelo nosso *check in*, na sala de embarque tivemos a oportunidade de conhecer as regras do jogo e a dinâmica proposta para a sua aplicação, juntamente com um *briefing* na base de demonstração, que além permitir que o jogador conheça a plataforma Kahoot onde será jogado o jogo, dissemina os conhecimentos mais importantes para a população sobre a aviação e como podem contribuir para melhorar a segurança de todos os viajantes.

Finalmente, chegamos ao nosso voo, alinhados para decolagem, fizemos três escalas, na primeira delas, nossa parada permitiu abordarmos exercícios de mecânica clássica, sobre força e suas leis, e também os tipos de energia que existem e seus teoremas, já na segunda, o foco ficou voltado para os fluídos, suas propriedades, princípios e teoremas além das formas de transferência de calor mais conhecidas e, finalmente, em nossa última parada desbravamos conhecimentos sobre os princípios da cinemática, como conceitos de aceleração, velocidade, movimento circular, decomposição vetorial e conversão de unidades de medida.

Agora nossa viagem chegou ao fim, esperamos que essa experiência possa ter sido de grande prazer, que tenha lembrado ou esclarecido alguma dúvida sobre algum dos temas abordados e que sirva de inspiração para novas aventuras, seja revisitando nossos pontos de parada ou ainda levando a novos horizontes!

Agradecemos a preferência por voar conosco!

TRIPULAÇÃO DESEMBARQUE AUTORIZADO!

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIANCHINI, Denis. **Teoria de voo: Aviões**. 5. ed. São Paulo: Bianch, 2015.

CARMINATTI, Nayra L.; CLEMENT, Luiz. Evidências de validade de uma escala para medir engajamento e interesse de estudantes em aulas de física. **Revista eletrônica de investigación en educación en ciencias**. [S. l.], v.13, n. 1, p. 24-31, jul. de 2018. Disponível em: <https://reiec.unicen.edu.ar/reiec/article/view/227>. Acesso em: 17 de set. de 2025.

CLEMENT, L. **Autodeterminação e Ensino por Investigação**: construindo elementos para promoção da autonomia em aulas de física. 2013. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/30400162.pdf>. Acesso em: 02 de out. de 2024.

ESTUDA.COM. **Questão 6675185**. Disponível em: <https://app.estuda.com/questoes/?id=6675185>. Acesso em: 23 jun. 2025.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth S. **Física**. v.1. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003. E-book. p.47. ISBN 978-85-216-1945-1. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/978-85-216-1945-1/>. Acesso em: 09 jun. 2025.

HOMA, Jorge M. **Aerodinâmica e teoria de voo**: noções básicas. 28. ed. São Paulo: ASA, 2010. ISBN 978-85-86262-46-3.

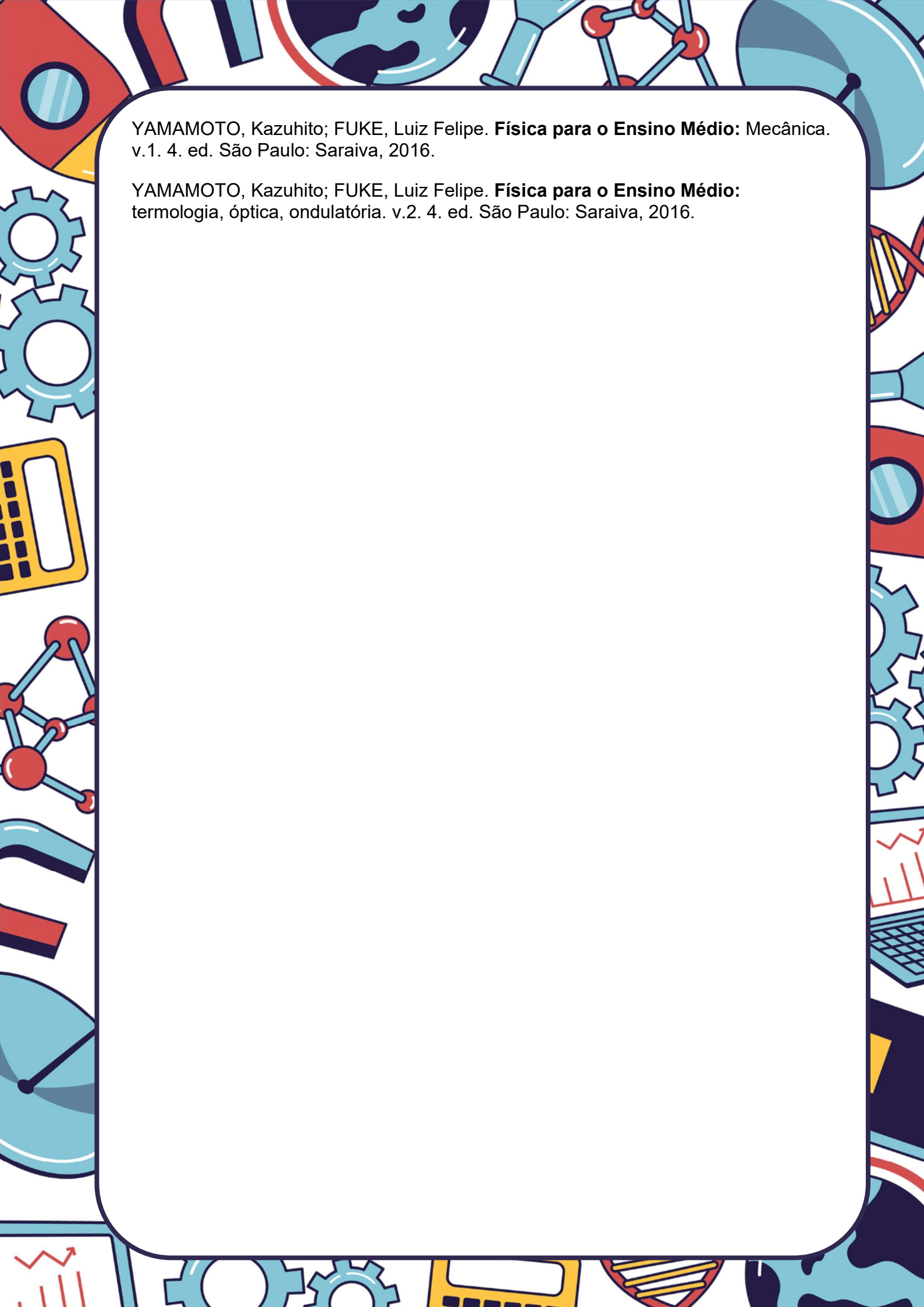
HUIZINGA, J. **Homo ludens**: o jogo como elemento da cultura. Tradução de João Paulo Monteiro. São Paulo: Perspectiva, 1971.

REEVE, Johnmarshall. A Self-determination Theory Perspective on Student Engagement. In: CHRISTERNSON, Sandra L.; RASCHLY, Amy L.; WYLIE, Cathy. **Handbook of Research on Student Engagement**. Nova York: Springer, USA. 2012. p. 149-172.

SALEN, Katie; ZIMMERMAN, Eric. **Regras do jogo**: fundamentos do design de jogos: principais conceitos. v.1. São Paulo: Blucher, 2012. ISBN 9788521206262.

SANTOS, Jéssica da G. dos. **Atividades didáticas investigativas no ensino de biologia**: promovendo engajamento e qualidade motivacional. 2023. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias) – Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2023.

SOUZA, Ecarla de Jesus. **O uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem**: campeonato de aviões de papel e o ensino de hidrodinâmica. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal Sergipe, São Cristóvão, 2015. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/5148>. Acesso em: 03 de out. de 2024.

A decorative border surrounds the central text area, featuring various science-related icons. At the top, there is a red rocket, a blue and white globe, a blue microscope, a molecular structure with red and blue spheres, and a blue satellite dish. On the left side, there are blue gears, a yellow calculator, another molecular structure, a blue curved tube, and a blue satellite dish. On the right side, there is a DNA double helix, a blue microscope, a red rocket, blue gears, a line graph with a red line, and a blue keyboard. At the bottom, there are blue gears, a yellow calculator, a DNA double helix, and a blue globe.

YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. **Física para o Ensino Médio: Mecânica.** v.1. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. **Física para o Ensino Médio: termologia, óptica, ondulatória.** v.2. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.



JOINVILLE
CENTRO DE CIÊNCIAS
TECNOLÓGICAS

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA
REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL

CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT

ATESTADO DE VERSÃO FINAL

Eu, Kariston Pereira, professor do curso de pós-graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias, declaro que esta é a versão final aprovada pela comissão julgadora do produto educacional: **“FISICAHOOT!: Voando alto com a física”** de autoria do acadêmico Ricardo Adônis Pacheco.

Joinville, 02 de fevereiro de 2026.

Assinatura digital do(a) orientador(a):

Documento assinado digitalmente



KARISTON PEREIRA

Data: 02/02/2026 19:32:00-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Kariston Pereira