

Esta SEI foi elaborada e pensada no sentido de proporcionar aos alunos da primeira série do ensino médio uma forma diferente de aprender. As atividades estão organizadas de maneira a contemplar aulas dinâmicas, proporcionando aos alunos se tornarem protagonistas na construção de seu aprendizado.

Sequência de ensino por investigação:

Atividades investigativas no
ensino das Leis de Newton
para a primeira série do ensino
médio

VINÍCIUS MORAES CARVALHO
RUBERLEY RODRIGUES DE SOUZA





INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input checked="" type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Vinícius Moraes Carvalho

Matrícula: 20211020280227

Título do Trabalho: Sequência de Ensino por Investigação: atividades investigativas no ensino das Leis de Newton para a primeira série do Ensino Médio.

Autorização - Marque uma das opções

- Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ___/___/____ (Embargo);
- Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2** ou **3**, marque a justificativa:

- O documento está sujeito a registro de patente.
 O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
 Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Jataí, GO, 15 / 02 / 2024
Local Data



Documento assinado digitalmente

VINICIUS MORAES CARVALHO

Data: 17/02/2024 14:57:34-0300

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

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input checked="" type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Ruberley Rodrigues de Souza

Matrícula: 1164690

Título do Trabalho: Sequência de Ensino por Investigação: atividades investigativas no ensino das Leis de Newton para a primeira série do Ensino Médio.

Autorização - Marque uma das opções

- Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ___/___/____ (Embargo);
- Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- O documento está sujeito a registro de patente.
 O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
 Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Jataí, GO, 15 / 02 / 2024.
Local Data



Documento assinado digitalmente
RUBERLEY RODRIGUES DE SOUZA
Data: 15/02/2024 11:40:50-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM EDUCAÇÃO PARA CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

PRODUTO EDUCACIONAL

SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO:

**ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DAS
LEIS DE NEWTON PARA A PRIMEIRA SÉRIE DO
ENSINO MÉDIO**

Jataí
2023

*Programa de Pós-Graduação em
Educação para Ciências e
Matemática*

Vinícius Moraes Carvalho
Ruberley Rodrigues de Souza

**SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO:
ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DAS
LEIS DE NEWTON PARA A PRIMEIRA SÉRIE DO
ENSINO MÉDIO**

Produto Educacional vinculado à dissertação:
Uma Sequência de Ensino por Investigação para o
ensino médio: Leis de Newton

Jataí
2023

Autorizo, para fins de estudo e de pesquisa, a reprodução e a divulgação total ou parcial deste trabalho, em meio convencional ou eletrônico, desde que a fonte seja citada.

Carvalho, Vinícius Moraes.

Sequência de Ensino por Investigação: atividades investigativas no ensino da Leis de Newton para a primeira série do Ensino Médio: Produto Educacional vinculado à dissertação Uma Sequência de Ensino por Investigação para o Ensino Médio: Leis de Newton [manuscrito] / Vinícius Moraes Carvalho; Ruberley Rodrigues de Souza. - 2023.

66 f.; il.

Produto Educacional – Sequência de Ensino por Investigação (Mestrado) – IFG – Câmpus Jataí, Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática, 2023.

Bibliografias.

1. Sequência de Ensino por Investigação. 2. Alfabetação científica. 3. Ensino de ciências. 4. Leis de Newton. 5. Júri simulado. I. Souza, Ruberley Rodrigues de. II. IFG, Câmpus Jataí. III. Título.

VINÍCIUS MORAES CARVALHO

**SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO
DAS LEIS DE NEWTON PARA A PRIMEIRA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO**

Produto educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação para Ciências e Matemática, defendida e aprovada, em 11 de dezembro de 2023, pela banca examinadora constituída por: **Prof. Dr. Ruberley Rodrigues de Souza** - Presidente da banca/Orientador - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG; **Prof. Dr. Paulo Henrique de Souza** - Membro interno - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG; e **Prof. Dr. Fernando Aparecido de Moraes** - Membro externo - Universidade Federal de Jataí – UFJ. A sessão de defesa foi devidamente registrada em ata que depois de assinada foi arquivada no dossiê do aluno.

(assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Ruberley Rodrigues de Souza
Presidente da Banca (Orientador - IFG)

(assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Paulo Henrique de Souza
Membro interno (IFG)

(assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Fernando Aparecido de Moraes
Membro Externo (UFJ)

Documento assinado eletronicamente por:

- Fernando Aparecido de Moraes, Fernando Aparecido de Moraes - 234515 - Docente de ensino superior na área de pesquisa educacional - Ufj (35840659000130), em 10/01/2024 09:13:09.
- Paulo Henrique de Souza, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 11/12/2023 14:31:35.
- Ruberley Rodrigues de Souza, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 11/12/2023 13:47:54.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 11/12/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 488519
Código de Autenticação: c55f066516



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Av. Presidente Juscelino Kubitschek, nº 775, Residencial Flamboyant, JATAÍ / GO, CEP 75804-714
(64) 3514-9699 (ramal: 9699)

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
1. SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO	8
1.1. Como definir o problema?.....	8
1.2. Tipos de problemas	9
1.3. Etapas das atividades investigativas.....	10
1.3.1. <i>Etapas das atividades investigativas</i>	10
1.4. Problema de demonstração investigativa.....	12
1.5. Problema não-experimental	12
2. O JÚRI SIMULADO	13
3. SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO	14
3.1. Atividade 1: a queda livre dos corpos	15
3.2. Atividade 2: equilíbrio de corpos e sistema de polias	27
3.3. Atividade 3: garrafa a jato	39
3.4. Atividade 4: lançador duplo de projéteis	48
3.5. Atividade 5: júri simulado.....	54
RESULTADOS ESPERADOS	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
Anexo I – Questionário para avaliação do júri simulado	66

APRESENTAÇÃO

Caro(a) leitor(a),

Este material foi desenvolvido para auxiliar o trabalho do professor de Física com alunos de primeira série do ensino médio e se trata de um Produto Educacional. O material foi elaborado como parte da dissertação de Mestrado vinculado ao Programa de Mestrado em Educação para Ciências e Matemática do IFG-Câmpus Jataí. Sua elaboração foi embasada na proposta metodológica de ensino de Ciências por investigação e nele são apresentadas orientações para que suas atividades sejam aplicadas nas aulas de Física.

Este Produto Educacional consiste em um conjunto de atividades de cunho investigativo e um Júri Simulado que estão organizadas de modo a contemplar o ensino das Leis de Newton. O conjunto dessas atividades compõe uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI), que deve proporcionar aos alunos um ambiente em que consigam expor suas ideias e conhecimentos prévios adquiridos a partir de sua vivência cotidiana. Ao longo do desenvolvimento das atividades, os alunos devem desenvolver o aprendizado de novos conceitos sobre as Leis de Newton e assuntos correlatos

e ter a oportunidade de discutir com seus colegas e professor suas percepções acerca dos conceitos explorados naquele momento. As atividades devem possibilitar aos alunos a passagem de seus conhecimentos prévios para o científico, além de entender com maior clareza as teorias e leis consolidadas pela comunidade científica (CARVALHO, 2013, p.9).

A metodologia de Ensino de Ciências por Investigação auxilia no desenvolvimento de conceitos científicos, tornando os alunos protagonistas no processo de ensino e aprendizagem de forma a construir seu próprio conhecimento, deixando de lado uma postura passiva em que ele se limitaria a receber o conhecimento pronto e acabado. Nesse tipo de proposta de ensino o aluno passa de um receptor para um protagonista no processo de aprendizado.

Assim, caro(a) professor(a), desejamos que este material seja capaz de lhe direcionar para aulas com estratégia de ensino inovadora e possibilitando ao aluno uma nova forma de aprender.



1. SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

O que é Ensino por Investigação?

O ensino por investigação é uma das propostas metodológicas que pode ser implementada no ensino de ciências nas escolas e é capaz de criar um ambiente de ensino e aprendizagem que proporcione uma interação dos alunos com os objetos de estudos.



Também é uma modalidade de ensino que deve incentivar os alunos a criar e testar hipóteses e a interagir com seus colegas e professores, de forma a expor e refletir sobre suas opiniões.

As atividades investigativas seguem etapas que se relacionem, capazes de colocar o aluno em uma posição ativa, ou seja, participar diretamente no processo de construção do conhecimento. O conjunto dessas atividades é denominado de Sequência de Ensino por Investigação (SEI). Vale lembrar que uma SEI deve ser organizada a contemplar um conteúdo da matriz curricular da série escolhida para trabalhar e cada atividade deve se relacione entre si ao longo da SEI.

As atividades de caráter investigativo devem seguir à risca algumas etapas, que são: proposição do problema, resolução do problema, sistematização do conhecimento, contextualização do conhecimento e avaliação.

1.1. Como definir o problema?

A proposição de uma situação-problema tem como objetivo despertar nos alunos motivações que os envolva em discussões, troca de ideias e na busca de uma solução. Oliveira e Carvalho (2003, p.3) argumentam que durante a resolução do problema os alunos devem agir (manusear) sobre os objetos para obter os efeitos desejados e, assim, criar argumentos que lhes dê condições futuras para a discussão com o professor e seus colegas.

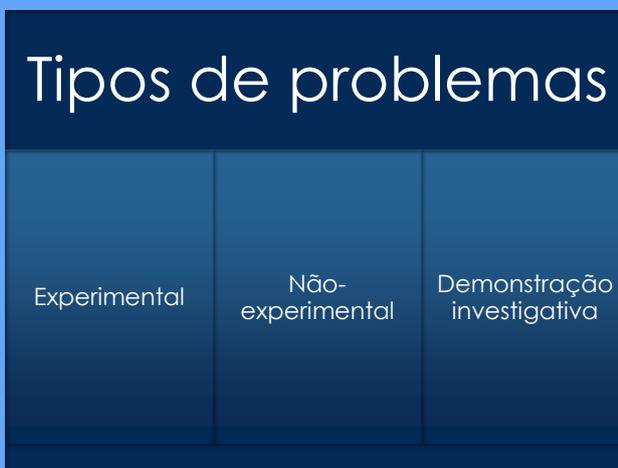
No momento que a discussão começar, o aluno precisa refletir a respeito de como e do porquê de suas ações, criando uma relação dessas ações com as reações que os objetos sofreram.

O implemento de uma situação problematizadora deve proporcionar um ambiente no qual o aluno seja o protagonista na construção de seu conhecimento, diferenciando-se assim, de um ensino expositivo tradicional, pois:

No ensino expositivo toda a linha de raciocínio está com o professor, o aluno só a segue e procura entendê-la, mas não é o agente do pensamento. Ao fazer uma questão, ao propor um problema, o professor passa a tarefa de raciocínio para o aluno e sua ação não é mais a de expor, mas de orientar e encaminhar as reflexões dos estudantes na construção do novo conhecimento (CARVALHO, 2013, p.2).

Carvalho (2013) destaca que a abordagem investigativa no ensino de Ciências não tem a intenção de que os alunos pensem ou se comportem como cientistas, mas de criar um ambiente investigativo nas aulas, aproximando, gradativamente, os alunos da linguagem científica.

1.2. Tipos de problemas



No caso do problema experimental, é preciso ter muito cuidado para que os alunos consigam resolvê-lo e não se confundam durante o processo, ou seja, é preciso fazer uso de materiais que despertem a atenção e o interesse deles, possibilitando a diversificação de suas ações (CARVALHO, 2013).

Todos esses problemas são capazes de promover as devidas interações entre aluno-aluno e aluno-professor.



Em atividades investigativas que envolvem problemas de cunho experimental, vale frisar que o trabalho em grupo gera maior confiança entre os alunos, pois não terão medo de errar entre si e se sentem mais à vontade próximo um do outro do que perto do professor.

Atenção!

As atividades que envolvem problemas de demonstração investigativa (seção 1.4) seguem as mesmas etapas que o problema experimental. A escolha desse outro modelo de problema se dá de acordo com o risco que os objetos podem causar, disponibilidade de materiais, entre outros. Sobre o problema não-experimental (seção 1.5) por não envolver algum tipo de experimento não segue as etapas de entrega de materiais e resolução de problema, normalmente se usa para iniciar e/ou finalizar uma SEI.

1.3.1. Etapas das atividades investigativas

A **primeira etapa** é a entrega dos materiais e explicação do problema. Essa etapa deve instigar a curiosidade do aluno e seu interesse em participar ativamente da atividade buscando sua solução. Nesse momento o professor deve mostrar os materiais (para atividade experimentais ou demonstração investigativa) e explicar cuidadosamente o problema, tomando o cuidado para não dar indícios da resolução do problema. O problema deve ser apresentado de forma a fazer com que os alunos não deem respostas tão óbvias.

1.3. Etapas das atividades investigativas

Agora vamos descrever as etapas das atividades investigativas, as quais devem ser seguidas rigorosamente:



A **segunda etapa** é a resolução do problema. Para Carvalho et al. (1998), esse momento é importante e deve favorecer as ações manipulativas dos estudantes para possibilitar a testagem de suas hipóteses e solucionar o problema. Nesse momento o professor deve passar pelos grupos e verificar que os alunos entenderam o problema. Nesse momento, nem sempre os alunos irão construir a solução do problema, mas devem descobrir possíveis formas para tal. Para Carvalho et al. (1998), não se trata apenas em resolver o problema, mas em descobrir maneiras para que isso aconteça, fortalecendo suas relações com os colegas e testando suas hipóteses para que logo mais construam seu conhecimento.



A **terceira etapa** é a sistematização do conhecimento, que possibilita aos alunos organizarem suas ideias sobre o que foi feito. Inicialmente, o professor deve criar um ambiente propício para que os alunos verbalizem como fizeram para solucionar o problema, possibilitando a eles a tomada de consciência de suas ações. Para isso deve pedir que eles se sentem em círculo ou semicírculo onde todos possam ver uns aos outros e o professor. Nessa etapa o professor deve começar com perguntas que possibilitem que os alunos tomem consciência de suas ações, fazendo perguntas em relação à “COMO” eles conseguiram resolver o problema. Após os relatos dos alunos e a tomada de consciência, passa-se às explicações causais, onde os alunos deverão explicar o “PORQUÊ” daquela ação ter conseguido resolver o problema. De acordo com Carvalho (2013, p.12), nessa etapa “[...] o professor busca a participação dos alunos, levando-os a tomar consciência da ação deles”, é também um momento para o professor aprofundar o conhecimento científico dos alunos.



A **quarta etapa** é a contextualização, trata-se de um momento em que o aluno tem a oportunidade, juntamente com colegas e professor, de conversar sobre aplicações desses conceitos em seu cotidiano. Nessa etapa, os alunos devem mostrar onde esse novo conceito é usado no seu dia a dia, expondo diversas situações da sua rotina. Eles devem buscar na sua mente uma grande diversidade de ocasiões que remetam ao fenômeno trabalhado na atividade, além de expor outras formas de aplicação no dia a dia e para que aprendam novas experiências e possam vive-las em outra oportunidade.



A **quinta etapa** é a avaliação, que deve ser feita por meio de um relato na forma de textos e/ou desenhos, sobre o que eles aprenderam ao longo da Atividade Investigativa, tendo a oportunidade de expressar as experiências vividas individualmente e em grupo. É um momento de grande crescimento para cada aluno e que lhe permitirá clarear as ideias sobre tudo que foi trabalhado, pois eles terão um momento para refletir sobre todo o processo e escrever aquilo que realmente fez significado para eles.

1.4. Problema de demonstração investigativa

A demonstração investigativa é uma atividade em que o problema experimental pode gerar situações de risco para os alunos ou sua manipulação necessite de conhecimentos que os alunos não possuem no momento ou que não é possível disponibilizar um equipamento para cada grupo. Sobre os riscos à segurança dos alunos podemos destacar a manipulação de fogo e uso objetos cortantes. Sobre o manuseio de equipamentos podemos citar dispositivos industriais ou eletrônicos e, nesse caso, o professor conduz o experimento, mas sempre fazendo perguntas aos alunos de como ele deve agir ou o que eles acham que vai acontecer. Todas as etapas do problema experimental devem ser seguidas nesse tipo de atividade.



1.5. Problema não-experimental

O problema não-experimental pode ser utilizado no início de uma SEI para iniciar as atividades ou no final para complementar algum assunto. Nesse tipo de problema utiliza-se reportagens, gravuras, vídeos, seguindo as etapas de resolução do problema, sistematização, contextualização e escrita e/ou desenho. Esse tipo de atividade é interessante quando se pretende desenvolver nos alunos a capacidade de ler gráficos e tabelas, ou seja, diversificar a linguagem científica dos deles.

Portanto, o desenvolvimento de uma SEI em aulas de Física, seguindo todas as etapas e apoiando-se nas atividades propostas nessa sequência deve ser capaz de aproximar os alunos do conhecimento científico construído em grupo e individualmente em um ambiente colaborativo e de interação social.

2. O JÚRI SIMULADO

O que é um júri simulado?

O júri simulado é um tipo de atividade promissora para promover as mudanças atitudinais na postura dos alunos, promovendo em sala de aula o engajamento deles ao produzir a compreensão dos fatos e fenômenos.

O júri simulado é uma atividade em que os envolvidos são separados em grupos de defesa, acusação, jurados e juiz. A defesa tem o papel de defender a situação que será julgada ou réu; e a acusação é a responsável por se opor à defesa, apontando indícios de que o réu é culpado. Os jurados devem assistir o julgamento e analisar as falas, provas e evidências apresentadas, tanto pela defesa como pela acusação, para decidir se o réu será condenado ou absolvido. O juiz tem a função de conduzir a sessão de júri simulado, dando a palavra às partes e lendo o veredito dos jurados.

Assim como as atividades investigativas, o júri simulado tem como pressuposto o protagonismo do aluno frente a situações conflituosas e a partir do método ele desenvolve sua autonomia, sua capacidade argumentativa e seu senso crítico (LIMA; SOUZA; SITKO, 2021).

O júri simulado pode ser usado em diversas situações de ensino e nas mais diferentes áreas de atuação. É um tipo de atividade que tem potencial para o desenvolvimento de competências, tais como, raciocínio, comunicação e argumentação.

O júri simulado “é uma estratégia de ensino que permite a discussão dos vários pontos de um mesmo tema, divide opiniões, auxilia no processo de construção e desconstrução de conceitos” (ALCÂNTARA et al., 2015, p.19).



3. SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Esta SEI é composta por um conjunto de cinco atividades, sendo cada uma delas com duração de 100 minutos. Para facilitar sua aplicação e otimizar o tempo, são apresentados quadros com o

cronograma de sugestão de tempo para cada momento ou etapa das atividades. Essas atividades deverão proporcionar o ensino-aprendizagem dos conceitos de força, resistência do ar, equilíbrio estático, equilíbrio dinâmico, aceleração provocada por ação de uma força, ação e reação e movimento em duas e três dimensões.



Se liga!

Ao aplicar as atividades, tome cuidado com o tempo disponibilizado para cada etapa. O rigor com o tempo é fundamental para que toda a atividade seja aplicada no transcorrer de duas aulas de 50 minutos.

Tente evitar que os alunos façam a avaliação escrita em casa, pois eles podem recorrer a fontes de pesquisa para enriquecer o seu texto. O objetivo é que eles escrevam com suas próprias palavras para uma avaliação mais consistente do conteúdo estudado durante a atividade.

3.1. Atividade 1: a queda livre dos corpos

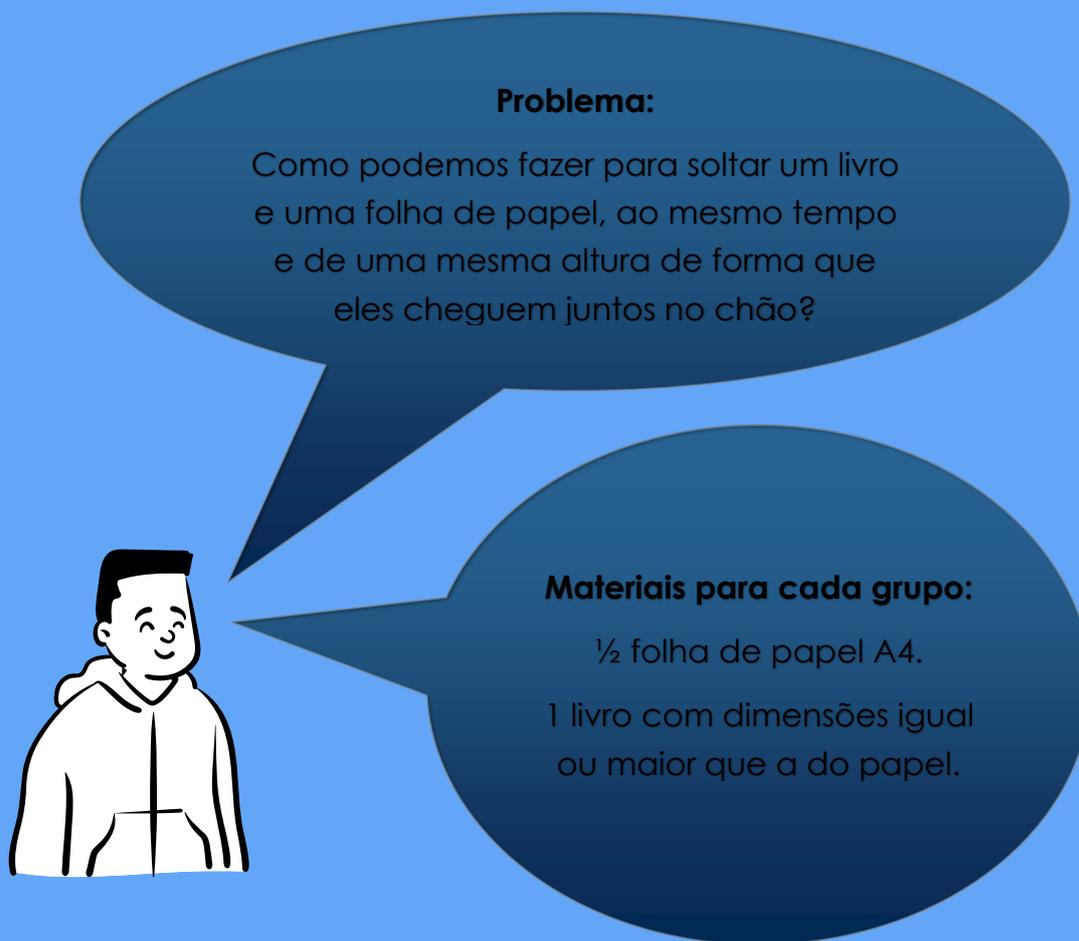
Essa atividade é do tipo experimental e tem duração de duas aulas de 50 minutos. Será trabalhado o conceito da queda livre dos corpos e objetiva-se que os alunos compreendam o conceito de movimento vertical de um objeto em situações de queda. Uma

envolvendo a presença da força de resistência do ar e outra em situação onde a resistência do ar é desprezada, situação de queda livre. No Quadro 1 temos o cronograma dessa atividade intitulada como “a queda livre dos corpos”.

Quadro 1 - Cronograma dos momentos da atividade 1

Momento	Descrição	Duração (minutos)
1	Organização da sala de aula e divisão dos grupos	5
2	Entrega dos materiais	2
3	Explicação do problema	3
4	Resolução do problema	10
5	Sistematização	30
6	Contextualização	30
7	Escrita	20
Total		100

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.



Problema:

Como podemos fazer para soltar um livro e uma folha de papel, ao mesmo tempo e de uma mesma altura de forma que eles cheguem juntos no chão?

Materiais para cada grupo:

- ½ folha de papel A4.
- 1 livro com dimensões igual ou maior que a do papel.

Desenvolvimento

Organizar as mesas e cadeiras no fundo da sala de aula, e solicitar aos alunos que guardem todos os materiais escolares e dispositivos eletrônicos. Os alunos devem ser divididos em grupos de no máximo cinco membros, entregando a cada grupo: uma metade de uma folha de papel A4 e um livro (Figura 1). A atividade é iniciada com o professor apresentando o seguinte problema: “Como podemos soltar um livro e uma folha de papel, ao mesmo tempo, e de uma mesma altura, de forma que eles cheguem juntos no chão?”.

Figura 1 – Folha de papel A4 cortada ao meio e livro didático



Fonte: Arquivo dos autores, 2023.

Após certificar-se de que todos entenderam o problema, o professor deve aguardar em média 5 minutos para que os grupos manipulem os materiais, apresentem hipóteses e teste-as de forma a tentar resolvê-lo. Durante a resolução do problema, o professor deve observar as ações dos alunos, verificando se eles entenderam o que foi solicitado, reforçando o problema e orientando para que o papel não seja colocado dentro do livro, mas tomando o cuidado de não dar nenhuma dica ou sugerir ações.

Caso algum grupo consiga rapidamente chegar a alguma solução exitosa, o professor pode questioná-los para buscar uma outra solução, fazendo a seguinte pergunta: “Existe mais alguma forma de realizar o experimento? Tentem pensar e testar uma forma diferente em que o papel e o livro caiam juntos”.

Findado esta primeira etapa, o professor deve recolher todos os materiais experimentais, e organizar os alunos em um grande semicírculo, para dar início à etapa de sistematização do conhecimento. Os alunos podem se sentar no chão ou em suas cadeiras, mas é de suma importância que estejam organizados de forma que possam ver e sejam vistos por todos alunos e professor.

A sistematização do conhecimento é constituída pelas etapas do “como” e do “porque”, e iniciada com o professor questionamento:

Como vocês fizeram para fazer com que o papel chegasse no chão ao mesmo tempo que o livro?



Este momento é importante para que os alunos tomem conhecimento de “como” sua ação resolveu o problema.

Nesta etapa de conscientização, é que os alunos apresentem três possíveis soluções para o problema:



1 - Amassar o papel no formato de uma bola e soltá-lo ao mesmo tempo que o livro.



2 - Colocar o papel debaixo do livro e soltá-los juntos.



3 - Colocar o papel em cima do livro e soltá-los juntos.

Esta terceira opção talvez seja a que menos aparecerá, porque os alunos ainda não apresentam conhecimento científico sobre a resistência do ar e terão dificuldades em pensar que o papel seria capaz de descer junto com o livro mesmo estando sobre ele.

Depois que os alunos explicarem *como* fizeram para resolver o

problema, deve-se passar para a etapa das explicações causais, em que eles devem explicar o “porquê” de sua ação conseguir resolver o problema. Para isso, as perguntas devem fazer referência às ações executadas pelos alunos, tais como: “Por que amassando o papel e soltando junto com o livro eles chegam ao mesmo tempo no chão?”; “Por que ao colocar o papel debaixo do livro eles chegam juntos ao chão?”; “Por que ao colocar o papel em cima do livro eles chegam juntos ao chão?”. A cada uma dessas perguntas podem surgir diversas respostas, que poderão ser utilizadas para outras perguntas, o que propiciará aos alunos refletirem sobre seu posicionamento, revendo-os. Por exemplo, caso algum aluno afirme que o papel amassado fica mais pesado, o professor pode questioná-lo sobre de onde teria vindo essa massa extra do papel, se a única ação feita foi a de amassá-lo?

Vale ressaltar que todas as perguntas devem ser direcionadas à turma no geral e não a um aluno em específico e as respostas devem ser voluntárias, ou seja, apenas quem quiser deverá responder.

Atenção!

Durante cada uma das respostas, o professor deve ficar atento, se mostrando interessado.

O professor também deve fazer perguntas com o intuito de levar os alunos a refletirem sobre suas respostas e, talvez, chegar a uma nova conclusão.



Professor(a)
chegou o
momento em que
você irá contar
uma história para
a turma!

Ainda com os alunos em um semicírculo, o professor pode contar a história do experimento de Galileu Galilei. Esta história tem o objetivo de fazer com que os alunos se conscientizem de que os conceitos científicos não são imutáveis. Assim os alunos tem a oportunidade de entender e que o que é considerado correto para a ciência hoje pode ser alterado futuramente devido novos conhecimentos.

Agora será contada
uma história sobre dois
cientistas muito
importantes para a
Ciência e que viveram
em épocas bem
diferentes e distantes
uma da outra.



Texto da história

Há muito tempo atrás, por volta do século III a.C., existiu um filósofo chamado Aristóteles que afirmava que a velocidade dos corpos em queda livre era proporcional à sua massa, ou seja, se um corpo tem uma massa dez vezes maior que outro, sua velocidade também será dez vezes maior durante o movimento de queda livre. Esse pensamento aristotélico prevaleceu por cerca de 2.000 anos, sendo acompanhado fielmente pelos cientistas daquela época. Porém, Galileu Galilei, um dos maiores cientistas do século XVII, foi um dos pioneiros a se opor às ideias de Aristóteles, utilizando o método da observação e experimentação criado por ele, e produzindo fatos concretos que eram suficientes para derrubar a hipótese aristotélica. Na história, conta-se que Galileu, assistido por uma grande multidão, deixa cair do alto da Torre de Pisa, na Itália, esferas de metal de massas e tamanhos diferentes, verificando que elas chegaram no chão ao mesmo tempo.

Finalizada a história, o professor pode promover um diálogo com os alunos sobre as possibilidades de se conseguir fazer com que uma bola de boliche e uma pena caiam ao mesmo tempo de uma mesma altura: que mostra a queda de uma bola de boliche e algumas penas num ambiente sem a resistência do ar.

Antes de apresentar o vídeo, o professor deve fazer uma introdução, relacionando o que eles vão assistir no vídeo com o experimento realizado em sala de aula.

Texto complementar

Foi Galileu, o mais importante cientista do século dezessete, quem deu prestígio à opinião de Copérnico sobre o movimento da Terra. Fez isso desacreditando as ideias de Aristóteles sobre o movimento. Embora não fosse o primeiro a apontar dificuldades nas concepções de Aristóteles, Galileu foi o primeiro a fornecer uma refutação definitiva delas através da observação e dos experimentos. Galileu demoliu facilmente a hipótese de Aristóteles sobre a queda dos corpos. Conta-se que Galileu deixou cair da torre inclinada de Pisa vários objetos com pesos diferentes e comparou suas quedas. Ao contrário da afirmativa de Aristóteles, Galileu comprovou que uma pedra duas vezes mais pesada que outra não caía realmente duas vezes mais rápido. Exceto pelo pequeno efeito da resistência do ar, ele descobriu que objetos de vários pesos, soltos ao mesmo tempo, caíam juntos e atingiam o chão ao mesmo tempo. Em certa ocasião, Galileu presumivelmente teria atraído uma grande multidão para testemunhar a queda de dois objetos com pesos diferentes do topo da torre. A lenda conta que muitos observadores desta demonstração que viram os objetos baterem juntos no chão zombaram do jovem Galileu e continuaram a sustentar os ensinamentos de Aristóteles. (HEWITT, 2015, p. 49).

No experimento feito em sala de aula, vocês viram que um livro e uma folha de papel amassada caem ao mesmo tempo. Será que isso aconteceria se aumentássemos a altura da queda? Por que?

E se não tivesse o ar na sala? Vocês acreditam que se não tivesse o ar, uma pena e uma bola de boliche cairiam da mesma altura e no mesmo tempo? Vamos assistir um pequeno vídeo para tentar entender melhor esse assunto.



Em seguida, o professor deve apresentar aos alunos um vídeo, produzido pela BBC em parceria com a NASA (FOUR, 2014), que mostra a queda de uma bola de boliche e algumas penas num ambiente sem a resistência do ar. Depois do vídeo, o professor deve promover um diálogo com os alunos, relacionando o conteúdo do vídeo e o experimento realizado em sala de aula. O objetivo deste diálogo é fazer com que os alunos percebam que a resistência do ar afeta os movimentos de queda dos

corpos, à medida em que suas velocidades aumentam. Em outras palavras, quanto maior a velocidade de queda do corpo maior será o efeito da resistência do ar sobre ele. Esta resistência do ar é uma força contrária ao movimento, que impede que o corpo aumente sua velocidade indefinidamente. Na ausência do ar, esta força resistiva desaparece e os corpos aumentam sua velocidade continuamente.

Para esse diálogo, o professor pode fazer perguntas do tipo:



Vamos lá professor(a) agora é com você!

2 - Por que, mesmo com o ar na sala de aula, o papel amassado e o livro caíram ao mesmo tempo?

1 - Por que no vídeo os engenheiros tiveram de tirar todo o ar da câmara (fazer vácuo) para que a pena e a bola de boliche caíssem ao mesmo tempo e no experimento de vocês não foi necessário?

3 - Se o papel amassado e o livro fossem soltos de uma altura maior, por exemplo do teto da sala, eles chegariam ao mesmo tempo no chão?



Dependendo das respostas e das reflexões dos alunos, o professor poderá executar o experimento soltando os objetos de uma altura maior, por exemplo subindo em uma cadeira e deixando os objetos caírem.

Com o objetivo de fazer com que os alunos cheguem à conclusão de que a força de resistência do ar aumenta à medida que a velocidade aumenta, o professor deve continuar com o diálogo, questionando:



Vamos lá professor(a), agora é com você.

2 - A velocidade dos corpos em queda aumenta indefinidamente ou há algum limite?

3 - Quem é o responsável por não deixar a velocidade aumentar indefinidamente?

1 - O que acontece com a velocidade dos corpos a medida em que eles caem?



4 - Como o ar age sobre o corpo para limitar sua velocidade?



Alunos, tanto no caso do experimento realizado em sala de aula quanto no do vídeo, vocês viram que o efeito da resistência do ar é fazer com que os corpos mais leves tenham sua velocidade mais rapidamente limitada do que os mais pesados.



Professor(a), continue as perguntas!

2 - No caso de um carro numa estrada, mesmo que tenha um motor superpotente, ele não conseguirá aumentar indefinidamente sua velocidade, mas isso é sempre ruim?

3 - Vocês conseguem pensar em alguma situação em que o efeito da resistência do ar seja útil?

1 - Será que no nosso dia a dia, o efeito da resistência do ar sempre é prejudicial?



4 - Por exemplo, no caso de uma chuva, vocês já imaginaram como as gotas d'água chegariam até nós?

5 - Será que as gotas de chuva nos machucariam?



8 - Como nós poderíamos calcular essa velocidade?

6 - O que o ar faz para que as gotas de chuva não nos machuquem?

7 - Vocês têm ideia de qual velocidade uma gota de chuva chegaria ao chão se não tivesse a ação da resistência do ar?

Atenção!

Para esse cálculo, o professor deve retomar os conteúdos sobre as equações de movimento estudadas anteriormente, em especial a equação de Torricelli: $v^2 = v_0^2 + 2 \cdot g \cdot h$.

Vamos calcular!

$$\text{Adote: } v_0 = 0; g = 129.600 \frac{\text{km}}{\text{h}^2}; h = 6 \text{ km}$$

$$\begin{aligned} v^2 &= 0^2 + 2x(129.600)x6 \\ v^2 &= 1.555.200 \\ v &= \sqrt{1.555.200} \\ v &= 1.247 \text{ km/h} \end{aligned}$$

Após o cálculo da velocidade das gotas de chuva nas condições dos dados acima, o professor deverá discutir com os alunos a seguinte questão:

Curiosidade

Essa velocidade seria capaz de quebrar a barreira do som, cuja velocidade é de aproximadamente 1.224 km/h.



Por que quando as gotas de chuva chegam no chão não nos machucam?

Essa velocidade de 1.247 km/h é aproximada das gotas de chuva! Essa velocidade seria perigosa para os seres vivos na superfície do planeta?



Com essa velocidade as gotas de chuva nos machucariam?

Dando continuidade à contextualização o professor pode apresentar outras situações do cotidiano em que a resistência do ar é importante:

Professor(a),
faça essas
perguntas
aos alunos!



1-Como um paraquedas reduz a velocidade de um paraquedista durante a descida?

2 - Como os carros super rápidos fazem para conseguir frear, sem depender apenas dos freios nos pedais?



Para ilustrar essas situações o professor pode fazer uso de um projetor de multimídia (Datashow) ou cartazes e apresentar as imagens de um

paraquedista (Figura 2) e de um carro de alta velocidade com paraquedas abertos (Figura 3).

Atenção!

Esta primeira atividade deve ser finalizada com os alunos redigindo um relato sobre o que aprenderam e o que acharam mais relevante. Este relato deve ser livre, podendo ser feito na forma de texto e/ou desenhos, mas sem nenhum modelo predefinido pelo professor.

Figura 2 - Paraquedista



Fonte: <https://images.app.goo.gl/auqUq8xPrr8f2K8a9>

Figura 3 - Carro com paraquedas



Fonte: <https://images.app.goo.gl/LTFaqfhVyH9T14q29>

3.2. Atividade 2: equilíbrio de corpos e sistema de polias

Essa atividade é do tipo demonstração investigativa e tem duração de duas aulas de 50 minutos. Aqui serão trabalhados os conceitos de equilíbrio de corpos e sistema de polias. Ao participarem da atividade, objetiva-

se que os alunos compreendam a existência de forças para equilibrar um corpo e a utilização de sistema de polias móveis, como ferramentas capazes de reduzir os esforços em tarefas do dia a dia. O Quadro 2 apresenta o cronograma da atividade 2, com título “*máquina de Atwood*” (Figura 5).

Quadro 2 - Cronograma dos momentos da atividade 2

Momento	Descrição	Duração (minutos)
1	Organização da sala de aula	5
2	Apresentação dos objetos usados	2
3	Explicação do problema	3
4	Resolução do problema	10
5	Sistematização	30
6	Contextualização	30
7	Escrita	20
Total		100

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.



Problema:

Como fazer para que pesos de massas iguais fiquem parados quando colocados em alturas diferentes?

Materiais:

- Pesinhos de massas iguais.
- 1 ou 2 roldanas (pode usar carretel de linha de anzol).
- 60 cm de barbante.
- 1 suporte para fixar o fio e a roldana.
- 1 suporte com ganhos para os pesos (Figura 7).

Sugestão:

É possível construir este experimento utilizando objetos simples como madeira para fazer o suporte, carretel de linha de nylon (linha de anzol) como polia e barbante ou linha de anzol.



Figura 4 - Máquina de Atwood e pesos



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

Figura 5 – Pesos e suporte com gancho



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

Desenvolvimento

Para a realização dessa atividade os alunos devem guardar todos os seus materiais escolares e eletrônicos e se sentarem em um semicírculo em torno da mesa do professor. Os materiais necessários para a demonstração experimental devem ser colocados sobre a mesa do professor. Optamos pela demonstração experimental, pois trata-se de um desafio de fácil solução, em que o

professor é capaz de conduzir os alunos de maneira mais direta e objetiva em relação à funcionalidade das polias e os conceitos de forças no equilíbrio dos objetos, por meio de questões que os façam refletir sobre cada uma das ações a serem executadas no experimento.

A atividade deve ser iniciada com a apresentação dos materiais que serão utilizados e a proposição do problema:

Como fazer para que pesos de massas iguais fiquem parados quando colocados em alturas diferentes?



Atenção!

Professor(a), inicie usando pesos de massas diferentes colocados em cada suporte do sistema, e ao serem soltos de alturas iguais o mais pesado descenderá e o mais leve subirá.

A demonstração deve ser realizada fazendo perguntas aos alunos antes de realizar cada uma das ações. O professor(a) deve perguntar para os alunos sobre o que acontece ao colocar pesos de massas diferentes na mesma

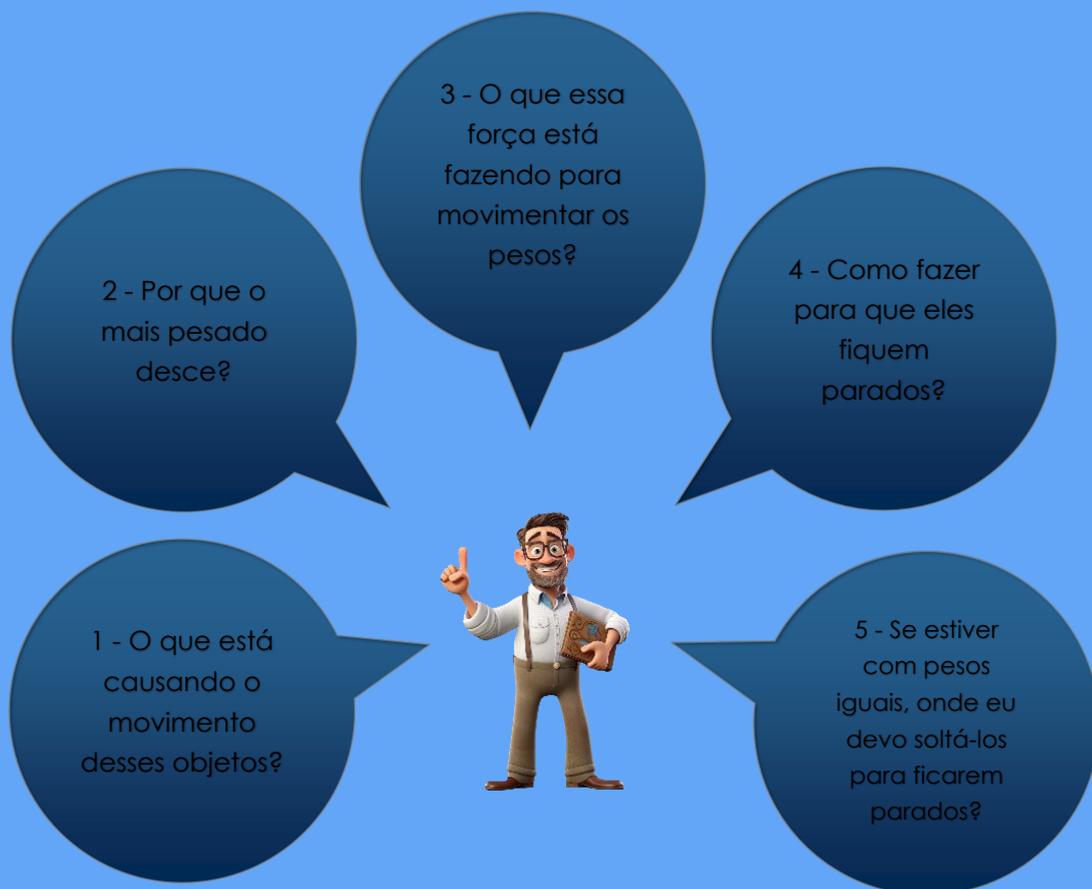
altura e soltá-los. Feita a pergunta, deve-se aguardar suas respostas antes de realizar o experimento. Como resultado teremos o peso de maior massa descendo enquanto o outro sobe.

O que acontece se colocarmos pesos de massas diferentes na mesma altura e soltar os objetos?

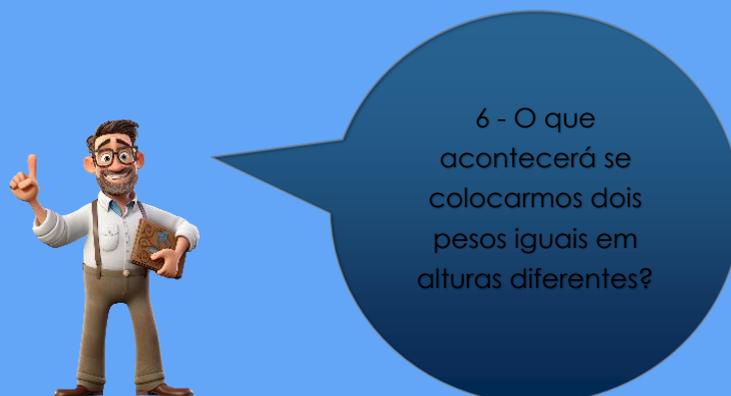


Essa pergunta terá objetivo de verificar as concepções espontâneas dos alunos sobre o movimento vertical dos objetos, mediante ação da gravidade e a relação desse movimento com suas massas.

Após realizar o primeiro teste com pesos diferentes, o professor(a) deve questionar os alunos:



Depois que os alunos responderem a essa última pergunta o professor(a) deve realizar a experiência soltando os objetos de massas iguais de uma mesma altura. Em seguida perguntar:



Esta última possibilidade deve ser realizada depois que os alunos apresentarem suas hipóteses, o que possibilitará de discussão sobre o porquê de dois corpos iguais ficarem em equilíbrio em qualquer posição, permitindo que os alunos reflitam sobre os fatores que levam ao equilíbrio das forças que atuam em cada um dos copos.

A etapa de sistematização deve ocorrer ainda com os alunos sentados em suas cadeiras em um semicírculo. Para iniciar essa etapa das explicações de “como” os efeitos foram produzidos, o professor pode fazer os seguintes questionamentos:

1 - Como foi feito para que os pesos se movimentassem ao serem soltos?

2 - Como conseguimos manter o sistema de pesos em equilíbrio em qualquer posição?



Na sequência, a etapa das explicações causais deve ser realizada logo a seguir, a partir das seguintes perguntas:

1 - Por que ao colocarmos corpos diferentes suspensos numa roldana, o corpo de maior massa desce até tocar a superfície?

2 - Por que quando as massas são iguais a posição de equilíbrio não é somente quando os corpos estão numa mesma altura?



A etapa de contextualização pode ser feita a partir do diálogo sobre situações do dia a dia, como a utilização de roldanas na construção civil e o funcionamento de um elevador. Para iniciar esse diálogo, o professor pode questionar os alunos se eles conseguem

pensar em situações do dia a dia que precise utilizar carretilha ou roldana. Para facilitar esse diálogo, o professor pode projetar imagens de um pedreiro utilizando roldanas em uma obra (Figura 6 e Figura 7), e realizar alguns questionamentos:

2 - O uso dessa roldana facilita o trabalho pedreiro, como isso acontece?

1 - Por que na construção civil o pedreiro utiliza uma roldana para puxar o balde com massa para o alto da obra? Por que ele não utiliza simplesmente uma corda (sem a roldana) para puxar o balde para cima?

3 - A força que o pedreiro precisa aplicar na corda usando a roldana é diferente da que necessitaria se não usasse a roldana?



Figura 6 – Uso de roldana na construção



Fonte: <https://images.app.goo.gl/6qS4e1gy9VPe9aDTA>

Figura 7 – Roldana fixa



Fonte: <https://images.app.goo.gl/b66UGSwMeWPck3vz8>

Além da utilização nas construções, as roldanas podem ser usadas em outros sistemas, como no caso dos elevadores. A grande diferença entre esses dois sistemas consiste no fato de que enquanto o pedreiro precisa puxar apenas o balde de massa, o motor do elevador deve puxar além da cabine, que possui uma massa de aproximadamente 200 kg, uma quantidade de 4 a 8 pessoas,

o que equivale a uma massa de até 600 kg acrescida à da cabine. Para que não haja uma sobrecarga excessiva para esse motor, todo elevador utiliza um sistema de contrapeso, que, assim como na máquina de Atwood, irá minimizar os efeitos da carga da cabine, aplicando uma força no sentido de ajudar o motor a realizar o movimento.

A contextualização com o elevador deve ser iniciada com alguns questionamentos, que possibilitem aos

alunos refletirem sobre o seu funcionamento:

1 - Vocês sabem dizer como um elevador funciona?

2 - Como é possível o motor de um elevador puxar quase 800 kg?

3 - Como podemos fazer para que a força exigida ao motor para movimentar a cabine seja diminuída?

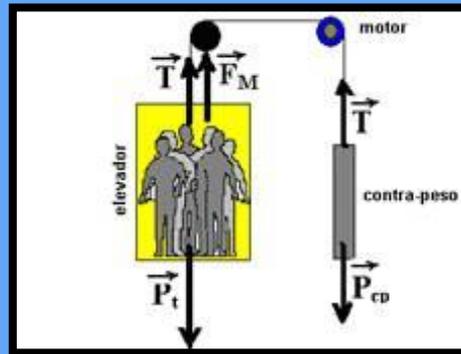
4 - Vocês sabem o que é um contrapeso?



Após esses questionamentos e os diálogos com os alunos, o professor deverá apresentar algumas imagens de elevadores (Figuras 8 e 9), mostrando sua estrutura e explicando o seu funcionamento. Para explicar o funcionamento do elevador, o professor

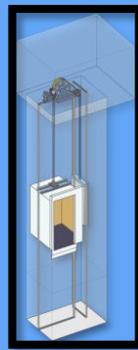
pode utilizar a imagem da Figura 9 mostrando aos alunos a distribuição dos vetores força, e indicando que a força exercida pelo motor (\vec{F}_M) tem ajuda da força (\vec{T}) igual ao peso do contrapeso (\vec{P}_{CP}).

Figura 8 – Elevador com contrapeso e indicação dos vetores

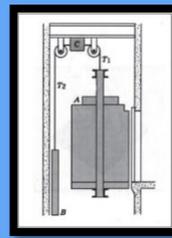


Fonte: <https://images.app.goo.gl/5ehpimUKHaoxEUQt9>

Figura 9 – Esquemas de um elevador com contrapeso



(A) imagem em 3D



(B) imagem em 2D

Fonte: (A)<https://images.app.goo.gl/7GT3UbJ3TCWTCStz6>; (B)<https://images.app.goo.gl/cF9mKL5z6b7WV2Nj7>

Dando continuidade à contextualização, o professor deve pedir à turma que escolha quatro alunos, que eles consideram os mais “fortes”, e um, que consideram “menos forte”, que será o “desafiador”.

Após a escolha desses alunos, o professor deve apresentar os materiais que serão usados na experiência (dois cabos de vassoura e uma corda), e questionar se seria possível esse único aluno ser capaz de vencer os quatro “fortões” em um cabo de guerra. Para isso será usado um sistema de multiplicação de força.

Para isso, o professor deve dialogar com os alunos, retomando a

importância da utilização das roldanas na construção civil e ao fato de que o uso do contrapeso no elevador possibilita diminuir o esforço de seu motor.

Para isso o professor deve questionar os alunos se seria possível algum outro sistema, sem o uso de contrapeso, que pudesse facilitar a elevação de grandes pesos.

Por exemplo, vamos levar em consideração que um pedreiro esteja trabalhando sozinho e precisa levantar um objeto muito pesado, de aproximadamente 200 kg.

1 - Como a utilização de roldanas poderia auxiliar nessa tarefa?

2 - Será que a roldana utilizada na construção civil poderia ser a solução para isso?



Após os diálogos com os alunos o professor irá iniciar a atividade do moitão em que o aluno desafiador será capaz de resistir à força exercida por outros quatro, “os mais fortes”. Será utilizado uma corda de 6 metros, com bitola de 5 mm, dois cabos de vassoura e duas braçadeiras de metal. Essa atividade conduzirá os alunos a vivenciar a utilização de um sistema de roldanas móveis e experimentar uma situação de multiplicação de força.

Aa atividade será realizada em duas etapas. Na primeira os fortões vão ganhar, pois será utilizado um sistema simples de roldana. Na segunda será organizado um sistema de associação de roldanas e o aluno mais “fraco” irá vencer.

Dando início à atividade, o professor deve pedir que os quatro alunos “fortões” segurem os cabos de vassoura, dois em cada um deles, na

horizontal, de forma que fiquem a uma distância de um metro e paralelamente um do outro. Em seguida, deve amarrar a corda em um dos cabos de vassoura, passando-a pelo segundo cabo e entregando a outra ponta da corda para o aluno desafiador, que estará posicionado ao lado do primeiro cabo. Nesse momento, o professor deve pedir para que o desafiador puxe a corda, tentando fazer com que os dois cabos de vassoura se aproximem um do outro, enquanto os quatro “fortões” tentam mantê-los na posição inicial.

Nessa primeira situação, o desafiador não conseguirá tirar os colegas do lugar e juntar os cabos, e o professor deve interagir com a turma, questionando se eles têm alguma sugestão de o que fazer para que aquele único aluno conseguisse juntar os cabos.

Caso não haja sugestões que solucione o problema, o professor pode

afirmar que fará uma “MÁGICA”, que possibilitará transferir a força de toda a turma para o aluno desafiador, fazendo com que ele sozinho seja capaz de vencer os quatro “fortões”, e fazer com que cabos se juntem.

Para isso, ao iniciar a segunda parte o professor deve passar a corda pelo primeiro cabo de vassoura fazendo uma segunda volta e repetir esse procedimento até que se completem 4 voltas ao todo.

Em seguida, pedir para o aluno desafiado, posicionado à frente dos dois cabos paralelos, puxar a ponta da corda, tentando juntar os dois cabos de vassoura, enquanto os outros quatro “fortões” tentam mantê-los separados. Após perceberem que aquele único aluno conseguiu vencer sozinho os quatro fortões, o professor deve promover um diálogo com a turma, questionando-os sobre como aquilo foi possível:

Para explicar o funcionamento de um sistema de roldanas móveis, deixando claro o porquê daquele aluno sozinho conseguir vencer os quatro “fortões” sozinho, o professor deve projetar um vídeo (COM CIÊNCIA TRANQUILA, 2017), que mostra o funcionamento da talha exponencial e do moitão cadernal. Esse vídeo, inicialmente, ensina como montar um sistema de polias, conhecido como talha exponencial, para reduzir pela metade a força necessária para puxar uma carga, e, em seguida, mostra um moitão cadernal, que reduz em seis vezes a força necessária para elevar a carga.

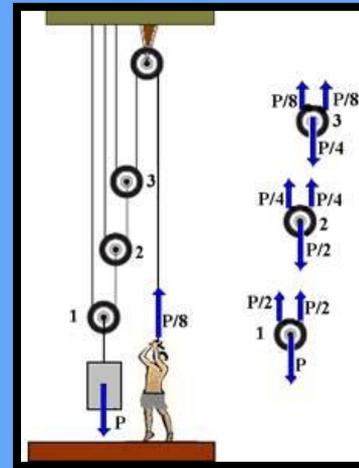
Depois de assistirem o vídeo, o professor pode promover um diálogo com os alunos sobre o funcionamento das roldanas móveis, e explicar como a força necessária para elevar a carga se reduz a medida que se acrescenta mais roldanas no sistema. Para isso, utilize as imagens das figuras 10 e 11.

1 - Qual a diferença entre o sistema dos cabos de vassoura e a roldana utilizada pelo pedreiro?

2 - A força aplicada pelo aluno desafiador foi menor, maior ou igual à dos quatro “fortões”?

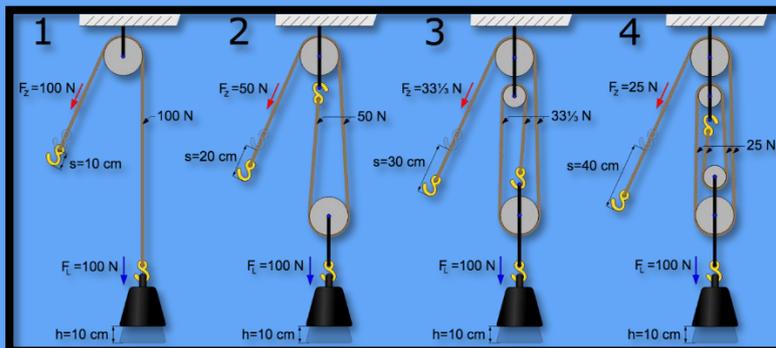


Figura 10 – Talha exponencial



Fonte: <https://images.app.goo.gl/GD4zDUmQsHssMcPP7>

Figura 11 – Esquema representativo do moitão



Fonte: <https://images.app.goo.gl/aGDRNQL5NSpWh6ccA>



Professor(a) se preferir, você pode utilizar outras imagens e até mesmo desenhar no quadro.

Para finalizar essa atividade, os alunos devem registrar em uma folha o que aprenderam com a atividade,

solicitando que eles coloquem o máximo de detalhes que conseguirem e, se possível, usando termos científicos.

3.3. Atividade 3: garrafa a jato

Essa atividade é do tipo demonstração experimental e tem duração de duas aulas de 50 minutos. Será trabalhado o conceito da ação e reação e objetiva-se que os alunos princípio da Ação e Reação - Terceira

Lei de Newton, e a partir de suas observações e discussão compreendam este princípio através do movimento da garrafa a jato. No Quadro 3 segue o cronograma sugerido para a atividade 3, conhecida como “*garrafa a jato*”(Figura 12).

Quadro 3 - Cronograma dos momentos da atividade 3

Momento	Descrição	Duração (minutos)
1	Levar os alunos para o local da atividade	5
2	Apresentação dos objetos usados	2
3	Explicação do problema	3
4	Resolução do problema	10
5	Sistematização	30
6	Contextualização	30
7	Escrita	20
Total		100

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.



Problema:

Como podemos fazer para que uma garrafa se movimente de uma extremidade a outra de um fio sem tocá-la?

Materiais:

1 garrafa pet de 500 ml, com tampa e um pequeno furo nela.

15 m de fio de nylon.

2 pedaços de arame de 30 cm cada.

Álcool.

1 Borrifador.

1 Isqueiro.

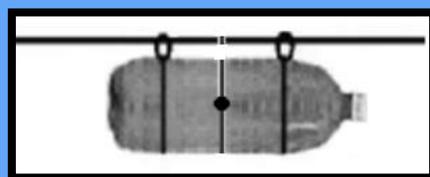
Sugestão:

Ao invés de utilizar álcool e fogo para dar ignição ao foguete, é possível utilizar vinagre e bicabornato de sódio. Para mais informações sobre como montar o foguete de vinagre e bicabornato acesse:

https://www.youtube.com/watch?v=5MdUyZwaFfQ&ab_channel=ManualdoMundo



Figura 12 – Garrafa a jato



Fonte: Adaptado de Batista (2017, p.83)

Desenvolvimento

Por ser uma atividade que envolve substância comburente, recomendamos que esta atividade seja realizada em um ambiente aberto, como, por exemplo, a quadra de esportes. Recomenda-se também que o experimento seja montado com antecedência, de forma a não perder tempo da aula.

A montagem será feita passando os dois pedaços de arame ao redor da garrafa deixando bem firme e fazer duas argolas na parte superior onde deverá passar o fio de nylon (Figura 13) por onde ela irá se deslizar. O fio será esticado na horizontal e devemos prender as duas extremidades dele nos suportes da rede de vôlei que se encontra

na quadra e distam em torno de 9,5 metros. A movimentação da garrafa se dará através da combustão interna de vapor de álcool que será introduzido com o borrifador no momento em que o movimento for iniciado, simulando o movimento de um avião ou foguete ao expelir massa gasosa, gerando a aceleração do sistema.

Como trata-se de um experimento que envolve substância comburente, os alunos deverão se posicionar em frente ao fio estendido entre os suportes da rede de vôlei, a uma distância de, aproximadamente, 4 metros. Metade da turma ficará de um lado e a outra metade do outro lado do fio que será erguido no meio para a realização o experimento.

Depois de montado e com a turma organizada para a demonstração, o professor deve promover um diálogo com os alunos para verificar seus

conhecimentos prévios sobre o movimento de corpos provocado por gases expelidos. Para isso, pode-se fazer os seguintes questionamentos:

2 - O que a combustão do álcool produz dentro da garrafa?

3 - Para que serve o furo na tampa?

1 - O que acontece se borrifar álcool dentro da garrafa e colocar fogo no vapor de álcool?

4 - Quando esse ar sair, o que acontecerá com a garrafa?



Para que os alunos não sejam sugestionados quanto ao sentido do movimento da garrafa, recomenda-se posicioná-la no meio do percurso.

Atenção!

Professor(a) nesse momento você deve questionar os alunos sobre qual sentido a garrafa se movimentará, para a direita ou para a esquerda do fio?

Será utilizado a chama de um isqueiro para começar a combustão e imediatamente os gases serão expelidos pelo orifício da tampa da garrafa, dando início ao movimento.

Finalizado o experimento, os alunos devem ser conduzidos de volta para a sala de aula, e organizados em um

grande semicírculo no centro da sala. Recomenda-se que se mantenha todos os materiais escolares e aparelhos eletrônicos guardados, o que possibilitará a eles ficarem focados na etapa de sistematização coletiva. A etapa de sistematização inicia-se com as seguintes questões:

1 - O que aconteceu quando se colocou fogo no vapor de álcool que estava na garrafa?

2 - Como foi o movimento da garrafa?
Para que lado?

3 - Para que serve o furo na tampa?

4 - Quando esse ar sair, o que acontecerá com a garrafa?



Depois da tomada de consciência, o professor deve conduzir o processo de apresentação das explicações causais, em que os alunos deverão explicar o “porquê” da garrafa se movimentar ao se colocar fogo no álcool:

1 - Por que ao colocar fogo no álcool a garrafa se movimentou?

2 - O que fez a garrafa se movimentar?

3 - Quem a “empurrou”?

4 - Por que a garrafa se movimentou no sentido oposto ao que foi colocado o fogo?

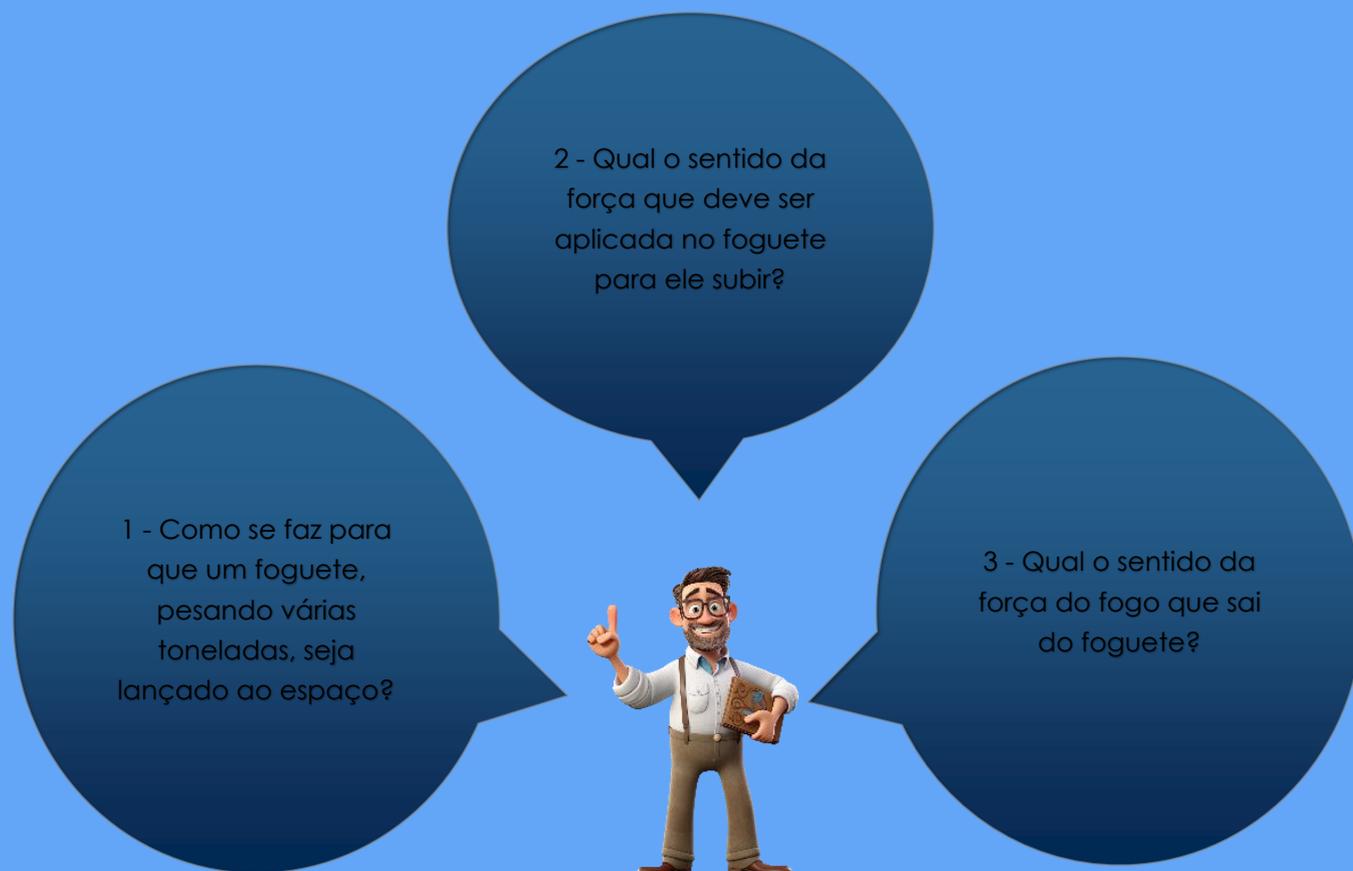


Ainda com os alunos organizados em um semicírculo, o professor deve dar início à etapa da contextualização.



Agora os alunos vão assistir um vídeo.
Acesse:
<https://www.youtube.com/watch?v=Vfp1bzJlQUw>

Nesse momento o professor deve promover um diálogo com os alunos de forma a motivá-los a assistir o vídeo, questionando-os sobre:



Depois de conversar com a turma é hora de passar o vídeo que mostra um foguete sendo lançado para o espaço (KENNEDY, 2013). O objetivo desse vídeo é fazer com que os alunos compreendam que o princípio envolvido no movimento da garrafa é o mesmo do movimento de objetos maiores e mais pesado como no caso dos foguetes espaciais.

Nesse processo de contextualização, os alunos devem tomar consciência de que o movimento dos objetos se dá quando exercemos forças no sentido contrário ao que desejamos nos deslocar. O professor deve esclarecer aos alunos que os foguetes são máquinas criadas pelo homem, que podem chegar

a 3000 toneladas de massa e constituídos por uma grande estrutura que inclui um motor de propulsão, capaz de impulsionar esse objeto sob alta velocidade para fora da atmosfera do planeta Terra. O motor do foguete é capaz de converter energia química dos combustíveis em energia mecânica, da mesma forma que aconteceu no experimento da garrafa a jato, sendo possível relacionar esse experimento com o movimento do foguete.

Ao finalizar o vídeo, o professor deve promover outro diálogo para que os alunos possam esclarecer possíveis dúvidas que ainda tenham permanecido, questionando:



Outras situações que podem ser utilizadas na contextualização é a imagem de um barco a remo (Figura 13) e a do caminhar de uma pessoa (Figura 14). Para isso, o professor deve projetar

essas imagens, e promover um diálogo para que os alunos compreendam que há outras situações em que as forças aplicadas estão no sentido oposto ao movimento.

Esse diálogo pode ser facilitado com questões do tipo:

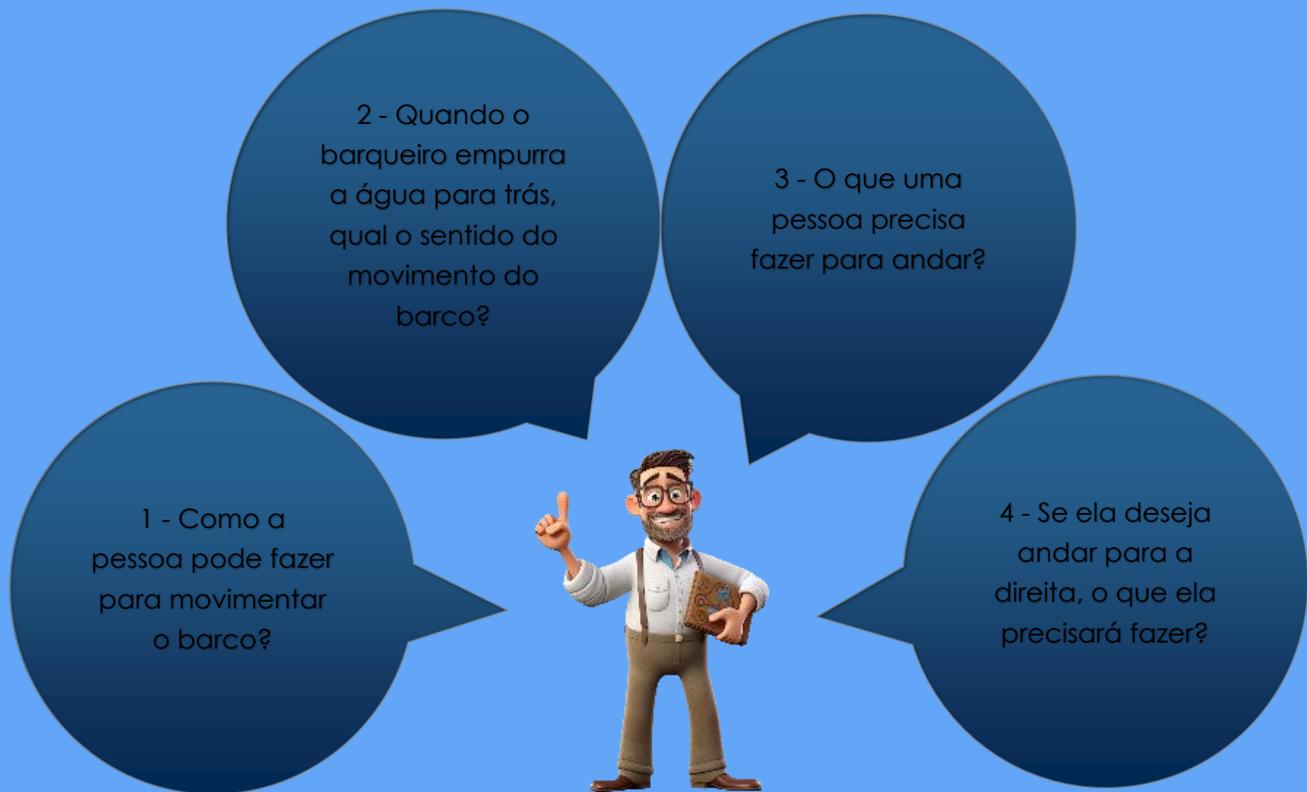
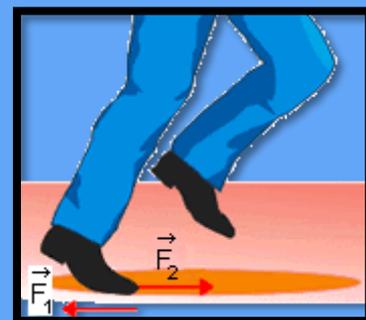


Figura 13 – Barco a remo



Fonte: <https://images.app.goo.gl/tD9DswqMEi8xDqzq9>

Figura 14 – Pessoa caminhando



Fonte: <https://images.app.goo.gl/xkvLBPNNxYr5gi2M9>

Para finalizar a contextualização, o professor(a) deve perguntar aos alunos:

1 - Vocês conseguem perceber que todos os movimentos possuem uma causa primária, seja o movimento observado na garrafa a jato, foguete, barco e a caminhada?

2 - Vocês sabem qual a causa desses movimentos?



Nesse diálogo, é importante que os alunos compreendam que todos os movimentos precisam da ação de uma força para que seja iniciado o movimento.

Finalizada a contextualização, os alunos devem registrar em uma folha de papel o que aprenderam na atividade, podendo apresentar ilustrações que demonstre seu aprendizado.

3.4. Atividade 4: lançador duplo de projéteis

Essa atividade é do tipo demonstração experimental e tem duração de duas aulas de 50 minutos. Serão trabalhados os conceitos sobre a primeira e segunda Lei de Newton e de movimento parabólico. Com essa

atividade objetiva-se que os alunos compreendam que uma força resultante aplicada em um corpo pode ser o resultado de uma ou mais forças aplicadas numa mesma direção ou direções diferentes. Essa atividade tem o cronograma apresentado no Quadro 4 e recebe o nome de “lançador duplo de projéteis” (Figura 15).

Quadro 4 - Cronograma dos momentos da atividade 4

Momento	Descrição	Duração (minutos)
1	Organização da sala de aula	5
2	Entrega dos materiais	2
3	Explicação do problema	3
4	Resolução do problema	10
5	Sistematização	30
6	Contextualização	30
7	Escrita	20
Total		100

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.



Problema:

Quem chega no chão primeiro, a bolinha que será solta ou a bolinha que será lançada?

Materiais:

- 1 Lançador duplo de projéteis ou demonstrador de aceleração vertical.
- 2 Esferas de metal de mesma massa e tamanho.
- 1 Smartphone para filmar o disparo.
- 1 Computador.
- 1 Datashow.

Sugestão:

O dispositivo da figura 16 pode ser substituído por uma régua e duas moedas de mesmo tamanho. Para mais informações de como montar, acesse: https://www.youtube.com/watch?v=GiNBnbOAp88&ab_channel=fisicavideo



Figura 15 - Lançador duplo de projéteis e esferas de metal



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

Desenvolvimento

Para a realização dessa atividade, os alunos devem guardar todos os seus materiais escolares e eletrônicos e se sentarem em um semicírculo em torno da mesa do professor. Será usado um dispositivo eletrônico smartphone que será apoiado na borda dessa mesa, cerca de um metro do chão. O professor é o responsável por organizar esse equipamento de gravação e ativá-lo quando for o momento correto, que será logo após as perguntas feitas aos alunos

e antes de realizar o disparo dos projéteis.

A filmagem deve conseguir capturar o disparo e o movimento dos projéteis para que os alunos consigam assistir através do computador e datashow o movimento das esferas em câmera lenta e, assim, ajudar a entender se chegam no chão ao mesmo tempo ou não. O experimento será manipulado pelo professor, na forma de uma demonstração experimental, tendo em vista que há apenas um equipamento disponível.

Antes de iniciar a atividade, o professor deve apresentar para os alunos o equipamento, que é conhecido como lançador duplo de projéteis e explicar

que ele é usado para lançar duas esferas simultaneamente: uma do repouso e outra com um impulso horizontal.



Professor(a), você deve promover um diálogo com os alunos antes de realizar o disparo.

Durante o diálogo o professor deverá fazer a pergunta problema problematizadora e descobrir qual esfera os alunos acreditam que chegará no chão primeiro.

será projetada logo em seguida para que todos consigam acompanhar os detalhes do movimento.

Após esse pequeno diálogo com os alunos sobre quem chegará primeiro no chão, o professor deve explicar para os alunos que, para não perdermos nenhum detalhe será feita uma filmagem do disparo com um smartphone e do movimento das esferas. Essa filmagem

Certo de que todos os alunos estão prestando atenção o professor deve ativar a gravação no smartphone e realizar o disparo. Feito o disparo e a filmagem deve ser organizado no computador a filmagem e reproduzir para a turma através do datashow em câmera lenta. Depois de assistirem o vídeo, os alunos devem responder:



Quem chegou no chão primeiro?

Na etapa de sistematização, com os alunos ainda em seus lugares no semicírculo, o professor deve questioná-los:

1 - Como foi o movimento das esferas?

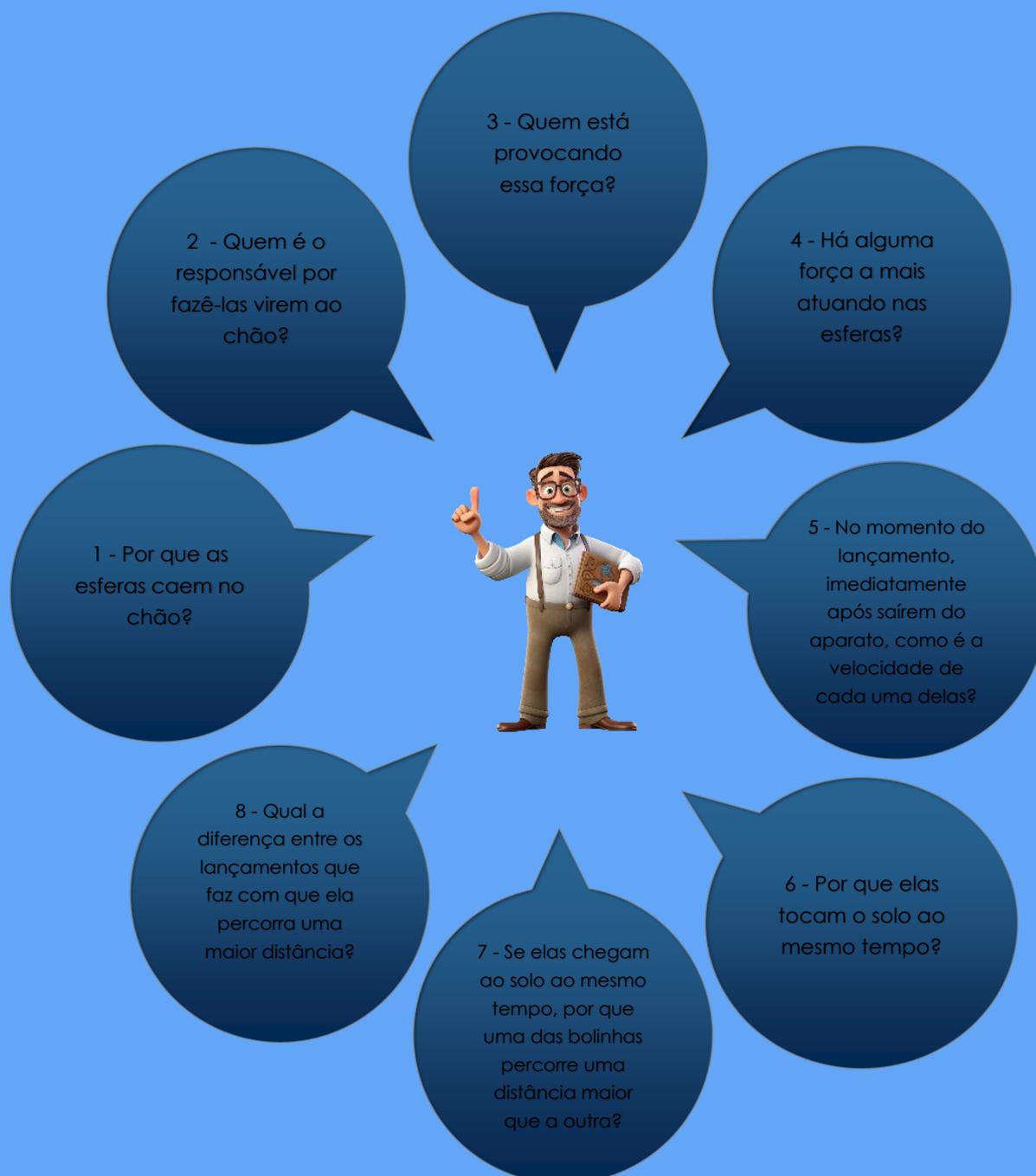
2 - Como foi feito para que elas tivessem movimentos diferentes?



Depois de discutirem sobre o “como”, o professor deverá iniciar a etapa das explicações causais, em que os alunos explicam o “porquê” de as duas esferas caírem ao mesmo tempo no chão

e de terem trajetórias diferentes. Essa discussão possibilitará que os alunos compreendam que durante o movimento somente a força gravitacional atua nas esferas.

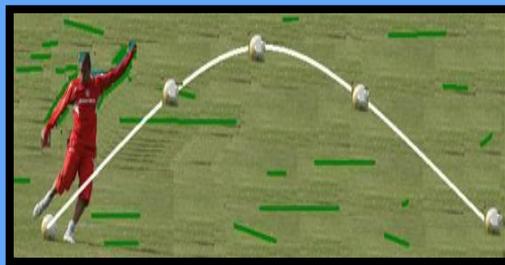
Para conduzir essa discussão o professor pode fazer perguntas do tipo:



Na etapa da contextualização, o professor pode utilizar a imagem (Figura 16) da trajetória de uma bola de futebol ao ser chutada por um jogador, através do datashow ou desenhar no quadro a

mesma situação. Nessa imagem será possível representar para os alunos uma situação de movimento parabólico muito comum no dia a dia de todos e indicar na figura a força gravitacional.

Figura 16 – Jogador de futebol e bola descrevendo movimento parabólico



Fonte: <https://images.app.goo.gl/KFUv3F5sydwgaXUZ6>

Na contextualização o professor deverá promover um diálogo com os alunos, questionando-os:



Finalizada a contextualização, o professor deve solicitar aos alunos que façam um relato explicando a situação vivenciada durante a atividade, relacionando-a com situações do seu dia a dia e explicitando o que aprenderam.

3.5. Atividade 5: júri simulado

Essa atividade é do tipo de *role-play*¹ e tem duração total de 200 minutos (4 aulas), sendo: uma aula de 50 minutos para explicação da atividade e divisão dos grupos; uma aula de 50 minutos para esclarecer as dúvidas dos alunos; e duas aulas de 50 minutos para a realização do julgamento. A proposta para esse Júri Simulado é trabalhar o conceito de queda livre, em que os alunos discutirão este tema a partir de uma “situação a ser julgada” elaborada para essa atividade, disponível na imagem ao lado. Ao realizar o júri simulado, objetiva-se criar um ambiente de discussão, estimular o protagonismo do aluno, de uso da linguagem científica e dos conceitos sobre queda livre, melhorando o poder argumentativo, colaborativo, reflexivo e crítico dos alunos.

O júri simulado, como todo julgamento, terá um réu (quem será julgado) e no nosso caso será a “teoria da queda livre de Galileu Galilei” que é disseminada pela Associação Brasileira Galiléica (ABG) e é composto por quatro grupos de atuação.



Situação a ser julgada

Aristóteles afirma que corpos de massas diferentes caem em tempos diferentes, quando soltos de uma mesma altura e ao mesmo tempo. Galileu Galilei refutou esse argumento, afirmando que os corpos, independentemente de suas massas e formas, chegam no chão ao mesmo tempo quando soltos simultaneamente de uma mesma altura. Fica claro que se soltarmos uma folha de papel e uma rocha nessas condições, elas não chegam no chão ao mesmo tempo, o que garante que nosso grande Aristóteles está correto, conforme por defende a comunidade científica há mais de 2 mil anos. Mas existe um grupo de estudiosos da Academia Brasileira Galiléica (ABG) que não acreditam nas ideias aristotélicas e defendem a teoria de seu mentor Galileu. Para a Ciência, duvidar é um direito de todos, mas para duvidar é preciso provar o contrário com fatos concretos. Visto que as teorias galileias são uma afronta a 2 milênios de história, a Academia Brasileira Aristotélica (ABA) se mostra indignada com essa injúria e abre processo contra os galileus. Para resolver esse impasse foi instaurada uma sessão de júri e ambas as partes foram intimadas para esclarecimento com possibilidade de pena severas.

PRÓPRIO AUTOR

¹ As atividades de *role-play* consistem em exercícios em que os estudantes devem desenvolver uma função específica, ou seja, atuar como personagem e

contribuir para os resultados da atividade de acordo com o papel desempenhado (McSHARRY; JONES, 2000).

Grupo 1: inclui advogados e testemunhas de acusação. Esse grupo terá a função de acusar a teoria de Galileu, usando argumentos de sua invalidez e se embasando na teoria de Aristóteles. A promotoria (acusação) deverá apresentar provas que acusem Galileu, mostrando que ele está errado, fazendo perguntas às três testemunhas de acusação, que os auxiliarão em suas argumentações, e também às três testemunhas de defesa, tentando desconstruir seus argumentos.



Grupo 2: é destinado aos advogados e testemunhas de defesa. Esse grupo tem o objetivo de defender a teoria de Galileu, baseando-se em argumentos científicos voltados para os conceitos que ele propôs sobre a queda livre dos corpos, e apresentando argumentos que refutem a teoria aristotélica. A defesa, com o apoio de suas três testemunhas, deverá apresentar provas da validade da Teoria de Galileu, e também fazer perguntas às três testemunhas de acusação de forma a expor evidências que contradizem suas argumentações em prol da teoria de Aristóteles.

Grupo 3: é composto pelos jurados. Os jurados têm a missão de decidir e anunciar o veredito, se a teoria de Galileu será condenada (não aceita) ou absolvida (aceita). Sendo absolvida será ela a ter validade no meio científico a partir dessa data. Para chegarem a um veredito, os integrantes do júri deverão fazer anotações sobre os argumentos tanto da promotoria quanto da defesa e embasada nas provas e contraprovas apresentadas, decidir qual das argumentações se apresenta mais próxima da realidade vivenciada por eles. O grupo de jurados deverá escolher um presidente para ser o porta voz. Eles deverão apresentar sua decisão, através de um texto, redigido em no máximo 15 minutos após o interrogatório.



Grupo 4: é destinado aos jornalistas e criado para os alunos que não se interessaram pelas funções anteriores e devem ser distribuídos em pequenas equipes de 3 a 5 alunos. A quantidade de jornalistas dependerá de quantos alunos ficarem sem outras funções.

Esses grupos terão a missão de assistir toda a sessão, anotando as informações e argumentações das partes, para, ao final, produzir um texto jornalístico para divulgação do julgamento. No final, cada grupo de jornalistas irá apresentar um texto na forma de matéria jornalística contendo a notícia que será veiculada por eles.

E como em todo julgamento é necessário um juiz, esse pode ser o professor regente ou outro professor/pessoa convidada que se interesse pela função. O juiz conduzirá o julgamento, fazendo as devidas intervenções e dando a palavra às partes.

No final o juiz estipula a pena do réu, a partir do veredito dos jurados.

Desenvolvimento

O desenvolvimento da atividade começa com sua organização que inclui a formação dos grupos de atuação com a distribuição das funções e apresentação dos textos que os alunos deverão ler para se prepararem para o julgamento.

Para auxiliar os estudantes, será fornecido textos de apoio sobre as duas teorias: 1 - Silva (2018); 2 - Fiolhais e Paiva (1992).



Link para os textos:

1 -

<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/49319>

2 -

https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/41779/1/aristoteles_galileu_a_ueda_dos_graves.PDF

Atenção!

Recomendar aos alunos fazerem mais pesquisas sobre os temas.

Sobre as funções, recomenda-se que os alunos escolham cada uma por livre e espontânea vontade, caso haja conflitos, o professor deve indicá-las. É importante que esse momento ocorra em sala de aula, na primeira aula após o término da atividade 4. Para essa aula, considere 20 minutos para explicar a atividade, 20 minutos para distribuir as funções e 10 minutos para esclarecer dúvidas.

Levando em consideração que os alunos podem gerar dúvidas quanto à sua função e à própria organização da atividade, é preciso que o professor(a) promova um novo encontro com a turma, por volta de três a quatro dias após a

primeira aula. Nesse momento deve acontecer a tirada de dúvidas e verificar se os alunos entenderam tudo, para que no dia do julgamento não haja intercorrências e ocorra da forma como planejado. Para esse momento disponibilizar os 50 minutos da aula.

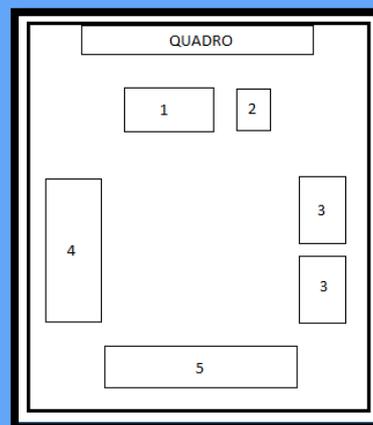
Uma semana depois do primeiro encontro deverá acontecer o julgamento. Esse momento da atividade deverá ser realizado no espaço da sala de aula ou auditório (salão), previamente preparado, conforme Figura 17. Os tempos destinados para cada momento do julgamento encontram-se no Quadro 5.



Legenda de organização da sala do júri.

- 1 – Mesa do professor, colocada em frente do quadro, para uso do juiz.
- 2 – Uma cadeira para a testemunha que estiver sendo interrogada, colocada do lado direito da mesa do juiz
- 3 – Uma mesa grande para o grupo da defesa e outra para a acusação, colocadas na lateral direita da sala. As cadeiras serão para os advogados e para as testemunhas.
- 4 – Organizar as 7 cadeiras dos jurados do lado esquerdo da sala, de forma a garantir boa visibilidade do julgamento.
- 5 - Organizar as cadeiras para os jornalistas ao fundo da sala, de frente a mesa do juiz.

Figura 17 – Organização dos móveis na sala do júri



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.



O Quadro 5 a seguir, indica a distribuição de tempos destinados a cada momento de execução do julgamento.

Quadro 5 - Cronograma dos momentos do julgamento

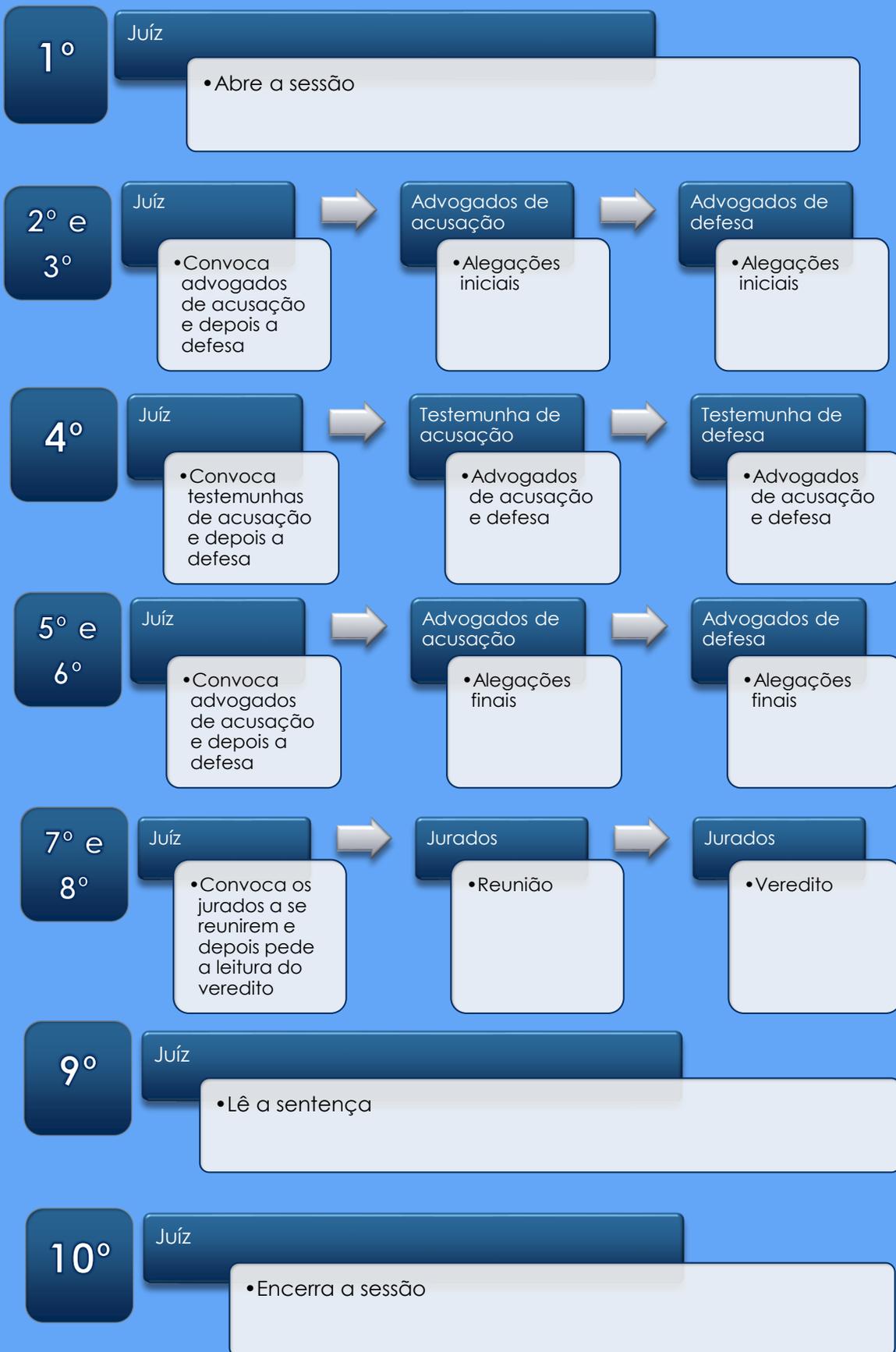
Momento	Descrição	Duração (minutos)
1	Juiz faz a abertura	2
2	Alegações iniciais da acusação	5
3	Alegações iniciais da defesa	5
4	Arguição das testemunhas pela acusação e defesa	36 (3 minutos para cada advogado por testemunha)
5	Considerações finais da acusação	5
6	Considerações finais da defesa	5
7	Jurados saem da sala para redigir texto de decisão	15
8	Leitura do veredito	3
9	Sentença do juiz	3
10	Encerramento da sessão	1
Total		80

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.



ATENÇÃO para o roteiro dos momentos do julgamento!

Roteiro do Julgamento





A seguir são apresentadas as falas do juiz e o que deve acontecer em cada momento do julgamento.

1 - O juiz deverá organizar a sessão do júri e conduzir a palavra durante o julgamento. O juiz também é responsável por abrir a sessão e ler o seguinte texto.

Fala de abertura do juiz:

Boa tarde senhoras e senhores!

Daremos início, neste momento, à instalação da sessão do Tribunal Do Júri.

Neste julgamento a ABA (Academia Brasileira Aristotélica) representada por seus advogados de acusação, processam a ABG (Academia Brasileira Galiléica) por difamação e calúnia em relação à teoria da queda livre dos corpos enunciada por Sir Aristóteles, no século III, a.C., afirmando que ela não tem fundamentação científica para vigorar.

Nesta sessão os advogados de defesa são intimados a provar que Sir Galileu Galilei está certo em seu enunciado em relação à mesma teoria.

São convocados para a sessão os 7 jurados e 3 testemunhas de cada lado.

Os jornalistas podem se organizar no fundo do tribunal.

Assim, damos a palavra aos advogados de acusação.

2 - Após a abertura do julgamento, feita pelo juiz, a promotoria (acusação) terá 5 minutos para suas alegações iniciais, onde acusará o réu – a teoria de Galileu.

3 - Em seguida, os advogados de defesa também terão 5 minutos para suas alegações e defesa da teoria de Galileu, refutando as ideias aristotélicas. Durante essas argumentações, tanto a acusação quanto a defesa, deverão organizar suas falas, embasadas nas leituras dos textos indicados e outras fontes que tiverem pesquisado. Nesse momento, eles devem fazer uso de argumentos científicos e/ou realizar testes experimentais, que possibilitem convencer os jurados de que seu posicionamento é o correto.

4 - Depois das alegações iniciais, o juiz passará a convocar alternadamente as testemunhas de acusação e defesa, para que sejam interrogadas tanto pela promotoria quanto pelo advogado de defesa. A defesa e a acusação terão 3 minutos cada um para arguição da testemunha, sendo o primeiro o advogado que indicou a testemunha.

5 - Finalizado o interrogatório de todas as testemunhas, o Juiz passa a palavra aos advogados de defesa para que eles façam suas considerações finais.

6 - Logo em seguida, será a vez da promotoria falar suas considerações finais e expor seus argumentos no intuito de desconstruir os argumentos da defesa e condenar a teoria de Galileu.

7 - Após a fala da promotoria, o juiz pedirá que os Jurados se reúnam numa outra sala, previamente preparada, para analisar as argumentações da defesa e da acusação, bem como as falas das testemunhas e chegarem a um veredito. Para isso, os jurados devem escrever um texto expondo os argumentos favoráveis e desfavoráveis que os levaram a tomar a decisão. Esse texto deve conter no final, se a teoria de Galileu está “errada” ou “correta”.

8 - No retorno do júri, o juiz pergunta ao presidente se chegaram a um veredito e solicita que ele leia o texto com a decisão escrita.

9 - De posse do veredito do júri, o juiz justifica a sentença que deve ser anunciada:

Sentença a favor de Galileu: “O réu está absolvido de qualquer acusação e sua teoria, por se tratar de uma verdade, comprará todos os livros de sua autoria e que podem ser publicados a partir desta data”.

Sentença em desfavor de Galileu: “Por refutar a teoria aristotélica que perdura por mais de 2 milénios, eu condeno a retirada de circulação de todos os informes a respeito da teoria de Galileu, disseminada pela Academia Brasileira Galiléica, sobre a queda dos corpos, e fica proibido novas publicações e uma multa a ser paga para a academia brasileira aristotélica de 100 mil reais”.

10 - O juiz dá a sessão por encerrada. Bate o martelo.

Finalizado o julgamento, os alunos devem ser dispostos em um círculo para que seja realizada a **roda de conversa**, que pode ser organizada na sala de aula ou onde o professor achar mais apropriado. Para a roda de conversa, disponibilizar 10 minutos.



**Questões que
devem ser
discutidas na
roda de
conversas.**

Atenção!

O
conhecimento
científico não é
imutável?

Qual a dificuldade
de alteração de
uma teoria que
seja amplamente
conhecida e
defendida pela
comunidade?

Qual o poder da
argumentação na
defesa de um
conhecimento
científico?



Posterior à roda de conversa os alunos deverão passar para a última etapa da atividade que é a sua avaliação com a resolução de um questionário (Anexo II). Nessa etapa os alunos terão a

oportunidade de dar um feedback para o professor sobre o júri simulado e que também deverá ser utilizada para compor a avaliação individual dos alunos. Para o questionário, disponibilizar 10 minutos.

RESULTADOS ESPERADOS

Esta SEI foi elaborada e proposta para a primeira série do ensino médio, com o objetivo de promover um aprendizado através da participação direta dos alunos durante o processo de construção dos conceitos.

As atividades propostas nesta SEI tem o objetivo de colocar o aluno como protagonista na construção de seu próprio conhecimento. Para isso foram utilizadas atividades experimentais e esperamos que todos os envolvidos consigam despertar maior interesse em usufruir desses momentos de aprendizado.

Com a aplicação dessas atividades os alunos devem se tornar mais curiosos na busca de conhecimento

físico, além de se tornarem aptos a discutir assuntos relacionados às Leis de Newton.

Consideramos que as atividades propostas nesta SEI sejam capazes de desenvolver habilidades nos alunos como torna-los mais críticos, expandir seu cognitivo e intelecto. Também esperamos despertar a capacidade argumentativa sobre assuntos científicos e, assim, demonstrar terem sido alfabetizados cientificamente.

Para avaliar os alunos o(a) professor(a) deve se atentar à postura dos deles ao longo das atividades, participação e envolvimento de forma contínua.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, L. A. G. et. al. As estratégias de ensino júri simulado e phillips 66 como facilitadores do ensino e da aprendizagem na disciplina de matemática. **Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco**. v.4, n.1, p.17-28, 2015.

BATISTA, L. T. **Ensino das Leis de Newton no Ensino Médio por meio de atividades de experimentação**: das concepções alternativas ao saber cientificamente construído. 2017, 109f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2017.

Disponível em:

http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20170503142052.pdf. Acesso em: 31 mai. 2022.

CARVALHO, A. M. P. Critérios estruturantes para o ensino das Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências**: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p.1-17.

CARVALHO, A. M. P. et al. **Ciências no Ensino Fundamental**: o conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 1998.

COM CIÊNCIA TRANQUILA. **Multiplicador de força**: sistema de polias móveis.

Talha exponencial. 16 set. 2017. 1 vídeo (7 min). Disponível em:

https://www.youtube.com/watch?v=8i_GcyNDbGo. Acesso em: 07 set. 2022.

FIOLHAIS, C.; PAIVA, J. Aristóteles, Galileu e a queda dos graves. **Gazeta de Física**, Lisboa: Sociedade Portuguesa de Física. v.15, Fasc.1, p.28-33, 1992. Disponível em: https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/41779/1/aristoteles_galileu_queda_dos_graves.PDF. Acesso em: 22 ago. 2022.

FOUR Human Universe. **Brian Cox visits the world's biggest vacuum**. BBC, 23 out. 2014. 1 vídeo (4 min). Disponível em: <https://www.bbc.co.uk/programmes/p02985m0>. Acesso em: 04 jun. 2022.

HEWITT, P. **Física Conceitual**, 12.ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

KENNEDY, Centro Espacial. **Lançamento Discovery** (ônibus espacial) Áudio

Extremo HD. Youtube, 2013. 1 vídeo (3 min). Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=Vfp1bzJlQUw>. Acesso em: 04 jun. 2022.

LIMA, V. R.; SOUSA, E. F. P.; SITKO, C. M. Active Learning Methodologies: Flipped Classroom, peer instruction and the simulated jury in teaching Mathematics. **Research, Society and Development**, v.10, n.5, p.e2810514507, 2021. Disponível em:

<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14507>. Acesso em: 10 nov. 2022.

MCSHARRY, G.; JONES, S. Role-play in Science Teaching and Learning. **School Science Review**, v.82, n.298, p.73-82. 2000.

OLIVEIRA, C. M. A.; CARVALHO, A. M. P. Textos de conhecimento físico: uma análise. 2003, **Anais**. Bauru, SP: ENPEC/ABRAPEC, 2003. Disponível em:

<https://abrapecnet.org.br/enpec/iv->

enpec/orais/ORAL167.pdf#:~:text=Essa%20an%C3%A1lise%20ir%C3%A1%20procurar%20identificar%20que%20tipos%20de,de%20textos%20e%20as%20imagens%20produzidas%20pelos%20alunos. Acesso em: 27 jul. 2022.

SILVA, C. M. et al. Visão aristotélica em queda livre, até quando? CONEDU, V, 2018. **Anais**. Campina Grande: Realize editora, 2018. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/49319>. Acesso em: 22 ago. 2022.

Anexo I - Questionário para avaliação do júri

1. O que você achou da atividade do júri simulado?

- a) () ruim
- b) () regular
- c) () boa
- d) () ótima
- e) () indiferente

2. Qual seu nível de satisfação em relação à organização dessa atividade?

- a) () ruim
- b) () regular
- c) () bom
- d) () ótima
- e) () indiferente

3. Você acha que atividade como o júri contribui para o aprendizado de conteúdos de ciências?

- a) () não contribui
- b) () contribui pouco
- c) () contribui
- d) () contribui muito
- e) () indiferente

4. Essa atividade contribuiu para que você aprendesse sobre as teorias de Galileu e Aristóteles?

- a) () não contribuiu
- b) () contribuiu pouco
- c) () contribuiu
- d) () contribuiu muito
- e) () indiferente

5. Escreva o que você mais gostou na atividade do júri simulado.

6. Qual sua sugestão para que essa atividade possa melhorar?
