

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

VINÍCIUS MORAES CARVALHO

**UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO PARA O ENSINO MÉDIO:
LEIS DE NEWTON**

JATAÍ
2023



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 checked="" 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 type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Vinícius Moraes Carvalho

Matrícula: 20211020280227

Título do Trabalho: Uma Sequência de Ensino por Investigação para o Ensino Médio: Leis de Newton.

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 14:56:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

VINÍCIUS MORAES CARVALHO

**UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO PARA O ENSINO MÉDIO:
LEIS DE NEWTON**

Dissertação de mestrado apresentada 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.

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Linha de pesquisa: Fundamentos, metodologias e recursos para a Educação para Ciências e Matemática.

Sublinha de pesquisa: Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Ruberley Rodrigues de Souza

JATAÍ
2023

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

Carvalho, Vinícius Moraes.

Uma Sequência de Ensino por Investigação para o Ensino Médio: Leis de Newton [manuscrito] / Vinícius Moraes Carvalho. - 2023.

212 f.; il.

Orientador: Prof. Dr. Ruberley Rodrigues de Souza.

Dissertação (Mestrado) – IFG – Câmpus Jataí, Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática, 2023.

Bibliografias.

Apêndices.

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.



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS JATAÍ

VINÍCIUS MORAES CARVALHO

**UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO PARA O ENSINO MÉDIO: LEIS DE
NEWTON**

Dissertação de mestrado apresentada 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 11/12/2023 16:11:31.
- **Paulo Henrique de Souza, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 11/12/2023 14:32:06.
- **Ruberley Rodrigues de Souza, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 11/12/2023 13:46:43.

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: 488514

Código de Autenticação: bb034bcee1



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)

Aos meus pais Maria de Lourdes Moraes e Fernando Sérgio de Carvalho (*In memoriam*). À minha irmã Lázara Fernanda Moraes Carvalho e meus sobrinhos Sofia Moraes, Messias Moraes e Pedro Moraes. Vocês são a razão de todos os meus esforços, minha maior inspiração.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me confiar essa missão e me dar forças para nunca desistir. Por me conceder oportunidades para grandes aprendizados nessa vida passageira e permitir entender que a busca pelo conhecimento deve se perpetuar ao longo de toda nossa existência. Por sempre estar ao meu lado e me guiar pelos caminhos da sabedoria e do amor.

Agradeço aos meus pais, minha irmã, meus irmãos, sobrinhos, avós, tios e primos que sempre me apoiaram e incentivaram nas minhas escolhas pessoais e profissionais.

Ao meu orientador professor Dr. Ruberley Rodrigues de Souza, que com muita sabedoria e paciência me conduziu na elaboração desse trabalho.

Ao meu companheiro e parceiro de luta Hérík Vinícius Alves Barbosa, que sempre esteve ao meu lado, me apoiando e incentivando, dividindo os momentos difíceis para que minha carga se tornasse menor.

Ao meu amigo Milton Ferreira Batista Júnior, que esteve e está comigo na minha vida pessoal, profissional e na jornada de estudos, me apoiando, incentivando, instruindo, orientando e sendo sempre um grande irmão.

Às minhas amigas e amigo, Luciane Medeiros, Kelly Ribeiro, Camila Bagnara, Maynna Mendonça, José Lucas Melo, obrigado pela compreensão nos momentos de ausência e ao apoio e incentivo nos meus estudos.

Aos meus amigos Daniel Luizmar e Ceila Dias, que, assim como eu, também se desfrutaram desse momento de crescimento pessoal e profissional e me inspiraram, incentivaram, apoiaram e orientaram sempre que precisei.

Aos meus colegas de profissão, que dividiram comigo os momentos de angústia durante os longos dias de trabalho e estudos me fortalecendo com palavras de afeto e amor.

Aos meus colegas do mestrado, que juntos fortalecemos uns aos outros, dividimos os momentos de alegria e de aprendizados e com muita sabedoria, colaboração, união vencemos todos os desafios.

Aos meus alunos, que foram e serão os grandes beneficiados desse lindo trabalho desenvolvido, e por serem uma grande motivação para meus estudos.

E a todos que vão se desfrutar do conteúdo desse trabalho e enriquecer de alguma forma suas aulas de Física e melhorar suas estratégias de ensino-aprendizagem.

A todos que me cercam de alguma forma e me apoiaram e ajudaram, meu muitíssimo obrigado.

RESUMO

Nesta pesquisa, buscamos elencar as contribuições de uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI) sobre as Leis de Newton para a promoção da Alfabetização Científica de alunos da primeira série do ensino médio. Durante a realização deste trabalho de pesquisa, elaboramos e validamos o produto educacional: “Sequência de Ensino por Investigação: atividades investigativas no ensino das Leis de Newton para a primeira série do ensino médio”, que é composto por cinco atividades, sendo quatro de cunho investigativo e um júri simulado. Nosso objetivo foi analisar o processo de construção do conhecimento sobre as Leis de Newton a partir das atividades investigativas que constituem essa SEI. A pesquisa foi desenvolvida em uma turma de primeira série do ensino médio do Colégio Estadual Frederico Jayme em Rio Verde – Goiás, contando com a participação de 26 alunos, em um total de dez aulas de cinquenta minutos cada. Para isso, foi utilizado como instrumento de coleta de dados as gravações de áudio e vídeo, realizadas durante o desenvolvimento do produto, e os relatos escritos feitos pelos alunos no final de cada atividade. Esses dados foram analisados por meio da técnica de análise de conteúdo, a partir das seguintes categorias: apresentação de conhecimento prévio; levantamento de hipóteses e/ou sua testagem; elaboração de explicações causais e científicas; apresentação de conflito cognitivos; compreensão do fenômeno; e atitude. Para o júri simulado foram criadas categorias extras: uso da temática abordada; “discurso transicional” - articulação do discurso entre as falas dos participantes de forma coerente e consistente; e consistência e coerência dos argumentos observados. A partir da análise desses dados foi possível constatar que houve o aprendizado das Leis de Newton por parte dos alunos, e que a SEI foi capaz de proporcionar momentos de reflexão, solução de problemas e interação com o professor e entre os alunos, além de proporcionar o uso de argumentos por parte dos alunos.

Palavras-chave: sequência de ensino por investigação; alfabetização científica; ensino de ciências; leis de Newton; júri simulado.

ABSTRACT

In this research, we seek to list the contributions of an Inquiry Teaching Sequence (SEI) on Newton's Laws to promote Scientific Literacy among first-year high school students. During this research work, we developed and validated the educational product: “Investigation Teaching Sequence: investigative activities in teaching Newton's Laws for the first year of high school”, which is composed of five activities, four of which are investigation and a mock jury. Our objective was to analyze the process of building knowledge about Newton's Laws based on the investigative activities that constitute this SEI. The research was developed in a first grade high school class at Colégio Estadual Frederico Jayme in Rio Verde – Goiás, with the participation of 26 students, in a total of ten classes of fifty minutes each. For this, audio and video recordings, made during the development of the product, and written reports made by students at the end of each activity were used as a data collection instrument. These data were analyzed using the content analysis technique, based on the following categories: presentation of prior knowledge; raising hypotheses and/or testing them; elaboration of causal and scientific explanations; presentation of cognitive conflicts; understanding the phenomenon; and attitude. For the simulated jury, extra categories were created: use of the topic covered; “transitional speech” - articulation of speech between participants’ speeches in a coherent and consistent way; and consistency and coherence of the arguments observed. From the analysis of this data, it was possible to verify that the students learned Newton's Laws, and that the SEI was able to provide moments of reflection, problem solving and interaction with the teacher and among the students, in addition to providing the use of arguments by students.

Keywords: research teaching sequence; scientific literacy; science teaching; Newton's laws; mock juri.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Suporte Ring Light	50
Figura 2- Foto dos materiais utilizados no experimento de queda livre.....	56
Figura 3 - Paraquedista.....	59
Figura 4 - Carro com paraquedas	59
Figura 5 - Máquina de Atwood e pesos.....	59
Figura 6 - Elevador com contrapeso e indicação dos vetores	61
Figura 7 - Esquemas de um elevador com contrapeso	61
Figura 8 - Material para montagem do moitão.....	62
Figura 9 - Foto da Garrafa a jato	63
Figura 10 - Barco a remo.....	65
Figura 11 - Pessoa andando.....	65
Figura 12 - Lançador duplo de projéteis e esferas de metal	66
Figura 13 - Jogador de futebol e bola descrevendo movimento parabólico.....	67
Figura 14 - Salão do julgamento no júri simulado	70
Figura 15 - Máquina de Atwood e pesos.....	79
Figura 16 - Imagem do elevador projetada no quadro branco.....	83
Figura 17 - Alunos testando o moitão	86
Figura 18 - Talha exponencial.....	87
Figura 19 - Esquema representativo do moitão.....	87
Figura 20 - Quadra de esportes para realizar o lançamento da garrafa	88
Figura 21 - Lançador duplo de projéteis.....	94
Figura 22 - Transmissão em câmera lenta do disparo dos projéteis.....	96
Figura 23 - Bola em trajetória parabólica no ar.....	100
Figura 24 - Gráficos com as respostas das questões 1 e 2 do questionário.....	116
Figura 25 - Gráficos com as respostas das questões 3 e 4 do questionário.....	117
Figura 26 - Produção escrita de A9 – atividade 1.....	119
Figura 27 - Produção escrita de A16 – atividade 1.....	120
Figura 28 - Produção escrita de A26 – atividade 2.....	121
Figura 29 - Produção escrita de A17 – atividade 2.....	122
Figura 30 - Produção escrita de A26 – atividade 3.....	123
Figura 31 - Produção escrita de A11 – atividade 3.....	124
Figura 32 - Produção escrita de A13 – atividade 4.....	125

Figura 33 - Produção escrita de A26 – atividade 4.....	126
Figura 34 - Reportagem produzida pelos jornalistas do grupo "TEENS"	127
Figura 35 - Reportagem produzida pelos jornalistas do grupo "D1"	128
Figura 36 - Reportagem produzida pelos jornalistas do grupo "TRK"	129

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Acontecimentos que influenciaram o ensino de Ciências	22
Quadro 2 - Alunos participantes de cada atividade	48
Quadro 3 - Categorias de análise das atividades investigativas	52
Quadro 4 - Categorias de análise do júri simulado.....	53
Quadro 5 - Descrição das atividades da SEI e seus objetivos	54
Quadro 6 - Distribuição dos grupos de trabalho do júri simulado	68
Quadro 7 - Organização e roteiro da etapa de julgamento no júri simulado	69
Quadro 8 - Sistematização do conhecimento – atividade 1	72
Quadro 9 - Contextualização do experimento de queda livre	76
Quadro 10 - Resolução do problema – atividade 2	80
Quadro 11- Sistematização do conhecimento da atividade 2	81
Quadro 12- Contextualização da atividade 2.....	83
Quadro 13 - Diálogo durante a realização da demonstração experimental da garrafa a jato ...	88
Quadro 14 - Sistematização do conhecimento – atividade 3.....	90
Quadro 15 - Contextualização do conhecimento – atividade 3	91
Quadro 16- Diálogo durante a realização da atividade 4.....	95
Quadro 17 - Sistematização do conhecimento da atividade 4	96
Quadro 18 - Contextualização do conhecimento da atividade 4	100
Quadro 19 - Funções definidas para cada aluno da turma.....	103
Quadro 20 - Interrogatório da testemunha (A3) pelos advogados (A4 e A1)	104
Quadro 21 - Interrogatório das testemunhas (A2 e A9) pelos advogados de defesa (A5 e A1) e de acusação (A4 e A11).....	107
Quadro 22 - Interrogatório das testemunhas de acusação (A7 e A23) pelos advogados (A1 e A4) e alegações finais.....	109
Quadro 23 - Roda de conversa sobre a atividade de Júri Simulado	114

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Alfabetização Científica
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
EC	Ensino de Ciências
ENC	Enculturação Científica
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
LC	Letramento Científico
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
SEI	Sequência de Ensino por Investigação
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	ENSINO DE CIÊNCIAS E A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	19
2.1	Breve aspectos históricos e políticas públicas sobre a educação em Ciências no Brasil	19
2.2	O ensino de Ciências e a Alfabetização Científica	25
2.2.1	<i>Os eixos estruturantes para promoção da Alfabetização Científica</i>	28
2.2.2	<i>Indicadores da Alfabetização Científica</i>	29
2.3	Ensino por investigação e as atividades investigativas.....	32
2.4	Sequência de Ensino por Investigação (SEI).....	38
2.5	O júri simulado como estratégia de ensino.....	40
2.6	Mecânica e as leis de Newton	43
3	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	46
3.1	Fundamentos teóricos-metodológicos	46
3.2	Cenário da pesquisa: o colégio e suas características.....	47
3.2.1	<i>Os sujeitos da pesquisa</i>	48
3.3	Instrumentos de coleta e análise de dados.....	49
3.4	O produto educacional: Sequência de Ensino por Investigação	53
3.4.1	<i>Primeiro momento: queda livre dos corpos</i>	56
3.4.2	<i>Segundo momento: máquina de Atwood</i>	59
3.4.3	<i>Terceiro momento: garrafa a jato</i>	63
3.4.4	<i>Quarto momento: lançador duplo de projéteis</i>	65
3.4.5	<i>Quinto momento: o júri simulado</i>	68
4	RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS.....	71
4.1	Atividade 1: queda livre dos corpos	71
4.1.1	<i>Sistematização do conhecimento da atividade 1: o “como” e o “por quê”</i>	72
4.1.2	<i>Contextualização do conhecimento da atividade 1.....</i>	75
4.2	Atividade 2: Máquina de Atwood	79
4.2.1	<i>Resolvendo o problema da atividade 2</i>	79
4.2.2	<i>Sistematização do conhecimento relativa à atividade 2</i>	81
4.2.3	<i>Contextualização do conhecimento da atividade 2.....</i>	82
4.3	Atividade 3: Garrafa a jato.....	88

4.3.1	<i>Sistematização do conhecimento da atividade 3</i>	89
4.3.2	<i>Contextualização do conhecimento da atividade 3</i>	91
4.4	Atividade 4: Lançador duplo de projéteis	93
4.4.1	<i>Sistematização do conhecimento da atividade 4</i>	95
4.4.2	<i>Contextualização do conhecimento da atividade 4</i>	99
4.5	Atividade 5: Júri simulado	101
4.5.1	<i>Organização da atividade do júri simulado</i>	102
4.5.2	<i>Realização da atividade do júri simulado</i>	103
4.5.3	<i>Roda de conversa: momento de reflexão</i>	114
4.6	Avaliação do questionário sobre o júri simulado	116
4.7	Atividades de avaliação: análise da produção escrita/sistematização individual	118
4.7.1	<i>Avaliação das produções escritas relativas à atividade 1</i>	119
4.7.2	<i>Avaliação das produções escritas relativas à atividade 2</i>	121
4.7.3	<i>Avaliação das produções escritas relativas à atividade 3</i>	123
4.7.4	<i>Avaliação das produções escritas relativas à atividade 4</i>	125
4.7.5	<i>Avaliação das produções jornalística relativas ao Júri Simulado</i>	127
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	130
	REFERÊNCIAS	134
	APÊNDICE A	141
	ANEXO I	207
	ANEXO II	211
	ANEXO III	212

1 INTRODUÇÃO

Como professor efetivo da Rede Estadual de Educação de Goiás, desde 2019, vivencio a realidade da educação pública do ensino médio de perto. Nesse contexto, percebo a necessidade de variações metodológicas e de estratégias de ensino nas aulas de Física capaz de colocar os alunos em uma postura mais ativa, capaz de cativá-los e despertar o interesse em aprender. Além disso, como professor observo que existe uma necessidade em estar sempre se renovando em relação às práticas de ensino, visto que os métodos tradicionalistas, em que o professor fala e o aluno escuta, já não são tão eficazes, configurando-se como pouco motivador para atingir os alunos. Ainda sobre a realidade do ambiente de ensino, percebo que a quantidade de aulas ofertadas para a disciplina de Física é insuficiente para que o professor consiga trabalhar todos os conteúdos da matriz curricular, necessários para que os alunos conseguiram relacioná-los com sua vida cotidiana. Para Aquino e Borges (2009), os alunos têm dificuldades em aprender e a relacionar os conteúdos trabalhados em sala de aula com o seu dia a dia. Segundo esses autores, as causas dessas dificuldades estão relacionadas às metodologias de ensino adotadas, à formação do professor e à falta de formação continuada, como pós-graduação ou curso de aperfeiçoamento.

Outro fator de nosso interesse é o uso de atividades experimentais, que possibilite aos alunos manipular os equipamentos e, por meio da abordagem didática da Sequência de Ensino por Investigação (SEI), construir seu conhecimento. Para Bueno e Kovaliczn (2023), a teoria e a prática devem caminhar juntas no campo da Ciência. Assim, com o uso de experimentos podemos associar a teoria e a prática para ensinar os conceitos e observar, ao mesmo tempo, suas aplicações no cotidiano. Para os autores, o uso de atividades experimentais é uma estratégia de ensino-aprendizagem que deve ser bem elaborada e estar relacionada com a realidade cotidiana dos alunos. Certo dos desafios de ensinar Física é importante que o professor se coloque no lugar do aluno e busque estratégias que possam abarcar a todos durante o processo de ensino-aprendizagem.

Assim, esta pesquisa surge com o intuito de ensinar conceitos sobre as Leis de Newton utilizando uma SEI, que é um conjunto de atividades de cunho investigativo, na intenção de promover a Alfabetização Científica nos alunos. Com essa estratégia de ensino é possível criar um ambiente propício para mudanças atitudinais dos alunos em relação ao processo de ensino-aprendizagem, colocando-os em uma postura mais ativa ao longo das aulas de Física do ensino médio. Também consideramos nessa pesquisa que o ensino da Física deve proporcionar aos alunos o desenvolvimento de habilidades como aprender a

resolver problemas, despertar um senso crítico e aprender a discutir temas de Ciências, fazendo o uso da argumentação científica em seu cotidiano.

Ao utilizar uma SEI, objetiva-se oferecer possibilidades de uma aprendizagem que não se limite apenas ao ambiente da sala de aula, ou seja, que possa ser usado em sua vida fora do contexto escolar. Além disso, ao visar um ensino que não se firme apenas ao uso de fórmulas matemáticas e avaliações convencionais, com perguntas e respostas no papel, esta pesquisa apresenta uma estratégia de ensino com foco na aprendizagem por investigação. Sasseron e Carvalho (2008) argumentam que esse tipo de ensino deve oferecer condições para os alunos aprenderem conceitos de Ciências e desenvolverem sua cultura científica, bem como a linguagem em Ciências e promover gradativamente a Alfabetização Científica (AC). A AC é um processo que se dá ao longo das etapas de estudos que cada indivíduo passa durante sua vida, assim, “...o alfabetizado cientificamente deverá ter condições de modificar este mundo e a si mesmo por meio da prática consciente propiciada pela sua interação com saberes e procedimentos científicos” (SASSERON; MACHADO, 2017, p. 12).

Seguindo por caminhos que nos esclareçam acerca das ações que devem ser tomadas para elaborar atividades capazes de promover mudanças atitudinais dos alunos ao longo do processo de ensino-aprendizagem, buscamos referenciais que nos auxiliaram na elaboração deste trabalho. Piaget (1985) afirma que é importante o uso de atividades de manipulação e de observações das reações dos objetos para a construção do conhecimento físico. Isso quer dizer que o manuseio dos objetos é importante para desenvolver condições para os alunos criarem hipóteses e testá-las. Além disso, também é importante encorajar os alunos a agirem sobre os objetos para testar suas hipóteses, visto que eles sentem receio em executar ações para resolverem o problema e obterem resultados desfavoráveis, o que os deixariam desmotivados.

Conjecturando sobre as necessidades da educação básica, Oliveira e Carvalho (2003) sugerem o uso de atividades investigativas no ensino de ciências. Essas atividades são eficazes em proporcionar aos alunos ações sobre os objetos, permitindo-lhes observar e analisar os efeitos das ações, o que contribui para a construção do conhecimento e proporciona momentos de discussão de ideias, que são extremamente importantes para a assimilação dos conceitos. De acordo com Oliveira e Carvalho (2003), as atividades investigativas nas aulas de Física visam auxiliar os alunos no processo de apropriação do conhecimento científico. Além disso, essas atividades são capazes de melhorar a compreensão acerca dos fenômenos abordados em sala de aula e do desenvolvimento intelectual, cognitivo e atitudinal, gerando conflitos internos e contribuindo para a construção de novos conhecimentos.

Certo da necessidade de melhorias nas estratégias de ensino-aprendizagem para renovar as práticas pedagógicas do ensino de Física nas aulas de Ciências, uma promissora estratégia metodológica que este trabalho propõe constitui-se numa SEI. Assim, para promover mudanças atitudinais dos alunos nas aulas de Física do ensino médio e considerando as relevantes contribuições do uso da SEI nos anos iniciais do ensino básico, surgiram alguns questionamentos que nortearam o propósito desta pesquisa: Como uma SEI pode contribuir com o processo de ensino-aprendizagem de conceitos de Física no ensino médio? Como tornar o ensino-aprendizado da Física menos abstrato e mais aplicável no dia a dia do aluno? Como ensinar Física com menos uso de fórmulas, tornando-a interessante para os alunos? A partir dessas questões norteadoras, sintetizamos a seguinte questão de pesquisa: Quais as contribuições de uma SEI sobre as Leis de Newton para a promoção da Alfabetização Científica de alunos da primeira série do ensino médio? A resposta a esta pergunta deverá nos conduzir ao objetivo geral desta pesquisa, que é analisar o processo de construção do conhecimento sobre as Leis de Newton a partir das atividades investigativas que compõem a SEI.

Ademais, para fazer uso desse recurso é preciso modificar os métodos de ensino-aprendizagem, motivar os alunos em aprender Ciências durante as aulas e, a partir de sua própria ação, adquirir novos conhecimentos e conseguir aplicá-los em seu ambiente de convívio pessoal e social.

Sobre a escolha do conteúdo “Leis de Newton”, essa definição ocorreu a partir da análise da matriz curricular da disciplina de Física da primeira série do ensino médio, conforme o Documento Curricular para Goiás¹ - DC-GO (GOIÁS, 2021), e por se tratar de conceitos que exigem dos alunos conhecimentos matemáticos, como o uso de fórmulas e operações com vetores, o que é considerado pela maioria dos estudantes como algo de difícil compreensão. Também levamos em consideração para esta escolha o período do ano em que o produto educacional seria aplicado, que coincidia com o planejamento didático da disciplina. É importante lembrar que as Leis de Newton são conceitos fundamentais para a compreensão dos movimentos dos corpos no Universo, sendo mais um ponto relevante em sua escolha.

Para compreender melhor os caminhos de todo esse processo de pesquisa, esta dissertação foi dividida em cinco capítulos, que descrevem os referenciais teóricos utilizados, os procedimentos metodológicos, os resultados e análise dos dados obtidos na pesquisa, o

¹ DC-GO é o documento que apresenta as “...concepções político-pedagógicas que irão pautar a práxis educacional nas unidades escolares públicas e privadas de Goiás que ofertam ensino médio, considerando os conhecimentos historicamente construídos e acumulados por cada área do conhecimento, a autonomia das unidades escolares, os princípios legais que orientam a educação brasileira, bem como a valorização das diversas culturas, tradições, povos e territórios existentes no nosso estado”. (GOIÁS, 2021, p.30)

produto educacional, as considerações finais e o material de apoio utilizado. A seguir apresentamos um breve resumo de cada um dos capítulos posteriores à introdução.

No capítulo 2 apresentamos a base teórica de nossa pesquisa, destacando alguns aspectos históricos do ensino de ciências no Brasil e no mundo e as normativas oficiais sobre a educação de modo geral. Abordamos também a perspectiva de Alfabetização Científica adotada, indicando os aspectos e pontos importantes ao se considerar os alunos em processo de AC e na inserção e promoção de estratégias de ensino com o uso de atividades investigativas. Ainda nesse capítulo, construímos nossos alicerces e apresentamos as teorias que nos apontam o caminho para elaboração de uma SEI, bem como os cuidados na sua aplicação. Ademais, apresentamos as atividades de júri simulado como estratégia de ensino para as aulas de Física, discorrendo sobre suas potencialidades e suas contribuições para a construção de conhecimentos e o desenvolvimento da argumentação científica pelos alunos. Por fim, discorreremos sobre o estudo da mecânica e das Leis de Newton no ensino médio.

A caracterização da pesquisa, bem como a descrição dos participantes e dos instrumentos de coleta e análise de dados são feitos no capítulo 3. Este capítulo traz também a descrição da SEI, desenvolvida nesta pesquisa como sendo seu produto educacional.

No capítulo 4 apresentamos os resultados e as análises do desenvolvimento do produto educacional. Estas análises foram realizadas utilizando a técnica de Análise de Conteúdo das transcrições das falas dos estudantes durante o desenvolvimento das atividades. Apresentamos também a análise das produções escritas dos estudantes, produzidas ao final das quatro primeiras atividades, e as reportagens confeccionadas pelos grupos de jornalistas durante a atividade de júri simulado.

Finalmente, nas considerações finais, fazemos uma síntese dos resultados obtidos, que possibilitaram inferir que os objetivos da pesquisa foram alcançados e que a questão de pesquisa foi respondida. Em outras palavras, foi possível inferir que os alunos fizeram uso da linguagem científica e da argumentação, demonstrando capacidade de desenvolver um diálogo sobre o tema em estudo. Além disso, as produções escritas possibilitaram inferir que a atividade desenvolvida foi capaz de contribuir para a construção de conhecimento pelos alunos.

No final desta dissertação são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas no desenvolvimento da pesquisa e citadas nesta dissertação; o produto educacional vinculado à esta pesquisa (Apêndice A); e os anexos, contendo a descrição dos materiais de apoio e o questionário utilizado para a avaliação da atividade de júri simulado pelos estudantes.

2 ENSINO DE CIÊNCIAS E A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Este capítulo é destinado às discussões sobre os aspectos históricos do ensino de Ciências no Brasil, o que possibilita a compreensão do cenário atual da educação para Ciências. Também buscamos definir, a partir de alguns referencias teóricos a concepção de Alfabetização Científica e suas contribuições para a formação do cidadão. Abordamos também o Ensino por Investigação, as atividades investigativas e os conceitos da atividade de Júri Simulado, tudo isso como parte integrante de uma SEI. Por fim, apresentamos os conceitos físicos sobre as Leis de Newton, que foi o tema abordado nas atividades da SEI.

2.1 Breve aspectos históricos e políticas públicas sobre a educação em Ciências no Brasil

Na busca de informações sobre o EC, Zômpero e Laburú (2011) apontam que até a segunda metade do século XIX o foco do currículo escolar das nações mundiais era principalmente nas áreas de Matemática e Gramática, o que também se observava no Brasil, mas já havia indícios de mudanças, colocando as Ciências nesse foco. Assim, para Zômpero e Laburú (2011) mesmo com um sistema educacional que visava os cuidados com o aprendizado da linguagem e da matemática, alguns cientistas daquele período já acreditavam na educação para Ciências como um grande potencial para a constituição do cidadão. Para Zômpero e Laburú (2011) o ensino das Ciências se diferenciava das outras disciplinas pela possibilidade de ofertar práticas de lógica indutiva, promovendo-a como importante no papel da formação humana (RODRIGUES; BORGES, 2008). O levantamento feito por Zômpero e Laburú (2011) trouxe evidências de que desde o final do século XIX o currículo norte-americano já demonstrava a tendência na inserção e uso das atividades experimentais na educação para Ciências.

No século XX a educação em Ciências começa a promover mudanças relevantes nas esferas sociais, políticas, culturais, econômicas e científicas, fatores que moldam a sociedade, principalmente com o avanço da industrialização e tecnologia (CAMBI, 1999). Para Cambi (1999, p.509), esse século foi “dramático, conflituoso, radicalmente inovador em cada aspecto da vida social: em economia, em política, nos comportamentos, na cultura”, e ainda salienta que a Ciência foi extremamente relevante para uma nova postura dos cidadãos em relação à educação e ao avanço dos meios de produção.

Zômpero e Laburú (2011) salientam que a inserção de novas técnicas de ensino de Ciências na educação no Brasil foi acompanhada, ao longo das últimas décadas do século XX, por mudanças que afetaram a sociedade, como a necessidade de ensinar os estudantes a resolver problema de caráter social, ou seja, resolver problemas do seu dia a dia em casa, no trabalho ou em outro lugar. Nessa época, o foco era ensinar raciocínio lógico aos estudantes, mas com os avanços sociais, considerando aspectos políticos e históricos do mundo em cada época, se tornava necessário modificar as habilidades dos futuros membros da sociedade.

Para Wong e Pugh (2001), o início da pedagogia progressista ocorreu nos Estados Unidos no final do século XIX, no campo da educação científica, e teve grande influência do filósofo John Dewey. Para Dewey, o ensino deveria ser centrado na vida, o que era contrário às ideias de Herbart, filósofo e pedagogo que viveu no século XIX, que defendia um ensino pautado no governo, disciplina e instrução educativa (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). Esse movimento progressista, sob influência de Dewey, surge atribuindo mudanças na forma de ensinar, na perspectiva de valorização das atividades experimentais na construção do conhecimento, da relação entre a teoria e a prática e colocando o aluno numa posição ativa no processo de aprendizado.

Na perspectiva de Dewey (1980), o ensino de Ciências deve ser pautado na “experiência educativa”, que por consequência terá o conhecimento como resultado natural. Porém, ele deixa claro que essa experiência educativa não está relacionada apenas a um experimento prático, mas a todo tipo de experiência vivenciada pelo aluno que dá significado à vida.

Uma árvore pode ser somente um objeto da experiência visual, pode passar a ser percebida de outro modo se entre ela e a pessoa se processarem outras experiências como a utilidade, aspectos medicinais, econômicos, etc. Isso fará o indivíduo perceber a árvore de modo diferente. Depois dessa experiência, o indivíduo e a árvore são diferentes do que eram antes (DEWEY, 1980, p.114).

Assim, conclui-se que as experiências que Dewey (1980) se referia está relacionada à importância que nós damos ao que nos cerca, e que essa relevância está ligada ao nosso conhecimento, pois, a partir do que entendemos sobre o mundo, os significados de cada objeto ou ser que nele habita tem aspectos e relevâncias distintas para cada um. Para Wong e Pugh (2001), um conceito importante na teoria de Dewey é a antecipação, ou seja, o levantamento de hipóteses sobre o que pode acontecer ao se observar uma situação e sua importância na formação dos conceitos. Nessa lógica, surgem, em meados do século XX, as primeiras concepções sobre atividades de cunho investigativo nas aulas de Ciências, por meio

da aplicação do método científico, promovendo atividades que visam a observação, o controle e a previsão.

Deboer (2006) argumenta que as atividades de natureza investigativas são constituídas por três etapas: 1) a descoberta; 2) a verificação; e 3) o *inquiry*². A descoberta é o momento em que o aluno tem a oportunidade de aprender e entender o mundo natural. Na etapa da verificação, o aluno se vê capaz de comprovar os fatos científicos no laboratório, utilizando ferramentas disponíveis para o seu trabalho. Barrow (2006) afirma que essa etapa deve ser capaz de colocar o aluno como agente ativo no processo de aprendizado, partindo de um problema, que deverá ser solucionado através de suas experiências de vida e conhecimentos sobre os fenômenos da natureza. O *inquiry* é a etapa em que os alunos criam problemas, que não conhecem sua solução, e buscam, por meio de suas experiências e utilizando suas próprias ferramentas e capacidade, solucionar e apresentar conclusões sobre o fenômeno. Na busca por promover um modelo de ensino que conduza o aluno a um pensamento reflexivo sobre seu aprendizado. Dewey reorganizou a forma de interpretar o método científico, sugerindo uma atividade que contemple a apresentação de um problema, a formação de hipóteses, a coleta de dados durante a execução da parte experimental e a formulação de conclusão.

Ainda na década de 1970, as atividades investigativas eram usadas para orientar os alunos quanto aos problemas enfrentados e que afetam o planeta Terra de modo geral, promovendo o entendimento de conteúdos da matriz curricular, de questões socioculturais, além de tomada de decisões e solução de problemas (ZÔMPERO; LARURÚ, 2011). Para Zômpero e Laburú (2011), próximo do início dos anos 1990, os EUA promoveram mudanças significativas no EC em que os alunos teriam que aprender por meio da observação, anotação, manipulação, descrição, além de fazer perguntas e buscar respostas para elas.

Um estudo realizado por Krasilchik (2000), sobre inovação educacional dos currículos de Ciências no Brasil na segunda metade do século XX, apontou a Ciência como sendo fundamental para o desenvolvimento social e historicamente instaurada em contextos internacionais. Destacamos, no Quadro 1, os principais acontecimentos ocorridos ao longo da segunda metade do século XX (KRASILCHIK, 2000, p.86):

² Inquiry é conhecido como “atividade por investigação”. Na literatura é possível encontrar diversas conceituações, mas que levam ao mesmo fim, como: ensino por descoberta, resolução de problemas, entre outras. “A inclusão do inquiry na educação científica foi recomendada por Dewey a partir do livro *Logic: The Theory of Inquiry*, publicado em 1938” (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 71)

Quadro 1 – Acontecimentos que influenciaram o ensino de Ciências

Período	Fatos históricos	Influência no ensino de Ciências
1950 e 1960	Reações decorrentes da Segunda Guerra Mundial, que perdurou entre 1939 e 1945.	O objetivo do ensino era apenas de transmissão dos conceitos e fenômenos, sem relacioná-los com a tecnologia, a economia e a sociedade. A Ciência era concebida como uma atividade neutra, e as associações profissionais e os projetos curriculares eram os únicos capazes de propor mudanças na educação. Surge os primeiros grupos que defendiam a utilização de aulas práticas como principal método de ensino e a participação ativa do aluno no processo.
1960 e 1970	Criação da primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº. 4.024/61, que inseriu o EC no ginásio, hoje conhecido como anos finais do ensino fundamental. Golpe militar em 1964. Surge os movimentos estudantis de 1968.	O método científico passa a ser utilizado no EC, com o objetivo de levar os alunos a desenvolver o raciocínio lógico, o pensamento crítico e a capacidade de tomada de decisão a partir de informações e resultados concretos. O EC passa a ter um foco no mercado de trabalho. Surge os cursos de licenciaturas em Ciências, com baixa qualidade e primordialmente nas instituições privadas, como reflexo dos movimentos estudantis, de 1968, que exigiam a criação de novas vagas de cursos superiores em universidades e centros de educação em Ciências. Inicia-se o uso de projetos e discussões sobre a conservação do meio ambiente.
1970 e 1980	Crise energética e o avanço descontrolado da industrialização. Esta década foi marcada também pela criação de cursos de formação de professores.	Tornou-se relevante as discussões sobre problemas sociais recorrentes do avanço científico e tecnológico e a utilização de projetos envolvendo temáticas de conservação e manutenção dos recursos naturais. Essa necessidade se deu por problemas sociais vindos, principalmente, do rápido desenvolvimento científico. Ao contrário do ocorrido na década de 1950, o objetivo agora era fazer com que os estudantes entendessem que a Ciência não era neutra, mas que ao mesmo tempo que era capaz de influenciar a sociedade, cultura e tecnologia, também era influenciada por elas. Sobre os cursos de formação de professores, foram considerados de pouca qualidade e, já com os primeiros profissionais formados, verificou-se o despreparo dos docentes para o mercado de trabalho, além de livros didáticos com pouca eficácia na formação do aluno, enfraquecendo as tentativas para melhorias do EC e piorando o quadro da educação básica no país. Foram vários os percalços do Ensino de Ciências nesse período, como por exemplo, nos cursos de formação de professores não existiam aulas de laboratório, essenciais na capacitação do docente, além de incentivá-lo quanto ao uso de atividades práticas na formação do aluno.
1980 e	Reestabelecimento da democracia e	O foco era estabelecer uma sociedade pautada na

1990	economia. Criação de novos programas de ensino.	democracia e no desenvolvimento econômico por meio dos processos educacionais no país. O restabelecimento da democracia recoloca em pauta discussões para promover melhorias no EC e então surgem novos programas de ensino e que despertam o interesse de instituições de pesquisa, secretarias de educação, universidades, entre outros.
1990 e 2000	Globalização.	Os objetivos de ensinar Ciências estavam centrados em criar cidadãos para o mercado de trabalho, orientado pelos PCNs, diretrizes que orientam os professores quanto aos aspectos essenciais relacionados ao ensino de cada disciplina. Esse período foi, para o ensino de Ciências, de grande importância, com a inserção de metodologias educacionais utilizando jogos e atividades computacionais.

Fonte: Krasilchik (2000, p.86)

De acordo com Cambi (1999, p.512), “no século XX, a escola sofre processos de profunda e radical transformação. Abre-se as massas. Nutre-se de ideologias. Afirma-se como cada vez mais central na sociedade”. Nesse período, alguns pesquisadores almejavam para o Brasil uma educação como a dos países europeus e acreditavam que para isso era necessário copiar os modelos educacionais europeus (CAMBI, 1999).

Durante essa época, o Brasil ainda se baseava no modelo de educação norte-americano, conhecido como escolanovista, que considera a educação como meio mais eficiente para construir uma sociedade democrática, em que se respeita as diferenças de cada indivíduo. Ainda no século XX, a escola passa a exercer um papel de instituição democrática e importante no desenvolvimento do estudante como membro da sociedade. A escola, portanto, passou a oferecer um modelo de educação capaz de formar seus alunos para a um modo de convívio social e para as necessidades políticas e econômicas da época, promovendo as devidas transformações da nação, assim como ocorrera nos países norte-americanos e europeus.

Sobre a Educação no Brasil, os princípios e habilidades contidos na atual LDB (BRASIL, 1996), orientam a Educação Básica para o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico do educando e reitera a necessidade de uma educação pautada na sociedade e no mundo do trabalho. Também estão incluídas nessas diretrizes a compreensão do significado da Ciência e as metodologias de ensino e de avaliação necessárias para estimular a participação do estudante no processo de ensino-aprendizagem.

Nesse sentido, outro documento importante, que já foi a base da educação brasileira e que norteou os caminhos para organizar o ensino básico, são os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (BRASIL, 2002), que apontam a importância de se considerar o foco investigativo nas atividades de Ciências. Mesmo não sendo mais considerado na legislação, os PCN formaram a base para os novos documentos oficiais como Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) e Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Visando um aprimoramento da formação do cidadão, a educação para Ciências busca estratégias para melhorias em sua forma de ensino-aprendizagem. Um documento importante, que direciona o uso da investigação científica nas aulas de Ciências são as Diretrizes Curriculares Nacionais - DCN (BRASIL, 2013, p.197), que recomenda o protagonismo do aluno no processo de construção e reconstrução do conhecimento de maneira autônoma.

Além disso, atualmente no Brasil foi elaborado um documento normativo que alinha as aprendizagens essenciais que os alunos necessitam desenvolver na Educação Básica, e direciona a educação em todas áreas do conhecimento. Esse documento, conhecido como Base Nacional Comum Curricular (BNCC), estabelece dentre outras competências para a Educação Básica o uso da investigação científica na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologia, sendo preciso:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (BRASIL, 2017, p.9).

Nesse intuito, a BNCC também normatiza a educação para Ciências da Natureza, garantindo o acesso do educando em diversos campos do saber, desenvolvendo uma diversidade de conhecimentos de âmbito científico, enunciando que:

[...] a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do **letramento científico**, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais da ciência. Em outras palavras, apreender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania (BRASIL, 2017, p.273, grifos originais da obra).

Ainda sobre o ensino de Ciências e as atividades investigativas, ao se fundamentar em documentos oficiais como a BNCC (BRASIL, 2017), fica claro a necessidade e o incentivo do uso desse tipo de atividade. Em seu texto, os documentos indicam as atividades

investigativas como promissoras na preparação do indivíduo quanto ao aprendizado de Ciências e capaz de reforçar outros fatores sociais e culturais, como o avanço tecnológico.

Ademais, levando-se em consideração a necessidade do uso de novas abordagens de ensino e norteado por documentos oficiais, entendemos que as aulas de Física do ensino médio necessitam de estratégias de ensino que promovam mudanças. Essas estratégias devem ser capazes de contemplar os anseios da educação e formação dos cidadãos, diante das necessidades da sociedade e com apoio aos documentos que norteiam a educação básica no Brasil.

2.2 O ensino de Ciências e a Alfabetização Científica

O conceito de Alfabetização Científica (AC) é bastante controverso entre os pesquisadores, sendo diversas as definições e similaridade com outros termos, como Letramento Científico (LC) ou Enculturação Científica (ENC).

Sasseron e Carvalho (2011) afirmam existir diferentes conceitos sobre LC, AC e ENC, e utilizam o termo “pluralidade semântica” para se referir a essas distinções conceituais, mas concluem que, de modo geral, esses termos se referem às preocupações e discussões acerca do ensinar Ciências. Um levantamento feito pelas autoras mostra que esses termos são utilizados por diversos autores, e citam alguns, como: o “Letramento Científico” utilizado por Mamede e Zimmermann (2007) e Santos e Mortimer (2001); a “Alfabetização Científica” adotada por Brandi e Gurgel (2002), Auler e Delizoicov (2001), Lorenzetti e Delizoicov (2001) e Chassot (2003); e a “Enculturação Científica” apresentada por Carvalho e Tinoco (2006) e Mortimer e Machado (1996). De modo geral, Sasseron e Carvalho (2011) afirmam que mesmo usando um termo ou outro todos os autores tem as mesmas preocupações em relação ao ensino de Ciências. Para as autoras Sasseron e Carvalho (2011) todos os referenciais citados orientam “o planejamento desse ensino para a construção de benefícios práticos para as pessoas, a sociedade e o meio-ambiente” (SASSERON; CARVALHO, 2011, p.60).

Para Sasseron e Machado (2017, p.11), a Enculturação Científica pode ser entendida também como Letramento Científico se “considerarmos o conjunto de práticas às quais uma pessoa lança mão para interagir com seu mundo e os conhecimentos deles”. Mas as autoras preferem adotar Alfabetização Científica, em vez de Letramento Científico e Enculturação Científica, definindo-a como sendo:

Pensar, planejar e objetivar uma concepção de ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos. O alfabetizado cientificamente deverá ter condições de

modificar este mundo e a si mesmo por meio da prática consciente propiciada pela interação com saberes e procedimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico (SASSERON; MACHADO, 2017, p.12).

Para definir Alfabetização Científica, Sasseron e Carvalho (2011) se baseiam nas ideias de Paulo Freire sobre alfabetização, que a definia como uma condição que vai além do “domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes” (FREIRE, 1980, p.111). No que diz respeito à sua crença, ele acreditava que a leitura e a escrita são capazes de promover no cidadão aprendiz um crescimento intelectual. Esse crescimento deve ser capaz de promover no aluno o estabelecimento de relações de mundo, praticando intervenções e sendo capaz de “modificar este mundo e a si mesmo por meio da prática consciente propiciada pela sua interação com saberes e procedimentos científicos” (SASSERON; MACHADO, 2017, p.12). Nesse contexto, o termo Alfabetização Científica é característica de um “Ensino de Ciências preocupado com a formação cidadã dos alunos para ação e atuação em sociedade” (SASSERON; CARVALHO, 2011, p.59-60).

É importante destacar que embora a BNCC estabeleça que o ensino de Ciências tem por finalidade a promoção do Letramento Científico, Sasseron e Machado (2017) adotam esse termo como sendo a própria Alfabetização Científica. As autoras consideram um aluno alfabetizado cientificamente quando se observa nele o desenvolvimento de seu intelectual e cognitivo ao passo que se torne um cidadão crítico, reflexivo, consciente de suas ações na sociedade e também ao favorecer o desenvolvimento de questões socioafetivas e socioculturais. Seguindo esta linha, neste trabalho nos baseamos, principalmente, em Sasseron e Carvalho (2011) e Sasseron e Machado (2017) para tratarmos do assunto e, portanto, utilizamos o termo Alfabetização Científica.

Também sobre as competências do ensino de Ciências e suas contribuições para a formação dos cidadãos, alguns autores, como Carvalho e Tinoco (2006), Mortimer e Machado (1996), afirmam que ensino de Ciências tem papel estruturante na concepção e promoção da Alfabetização Científica ao dizerem que tem como objetivo a formação do aluno para a vida em sociedade. Ao ser alfabetizado cientificamente o indivíduo é capacitado a compreender ideias e conceitos da Ciência, além de participar das rodas de conversa acerca dessa cultura, conseguindo se comunicar e se informar.

Dentre outros significados, a AC é assinalada como a capacidade de um indivíduo ler códigos e termos científicos em situações do dia a dia e conseguir interpretar o significado dessas informações. Nesse sentido, o aluno deve ser capaz de entender os termos e valores de

um talão de energia elétrica, a bula de um medicamento ou explicar por que os objetos são atraídos para o centro do planeta Terra, entre vários outros fenômenos que observamos diariamente. Diante desse pressuposto, a AC deve promover “benefícios práticos para as pessoas, a sociedade e o meio ambiente” objetivando a formação de cidadãos com conhecimento científico (SASSERON; CARVALHO, 2011, p.60).

Para Chassot (2011, p.36), a busca por aprender Ciências é o ponto chave para o ser humano colaborar com verdadeiras mudanças em seu meio de convívio, sendo apto em gerar melhorias nas condições de sobrevivência das espécies como um todo e aumentando os recursos para manutenção do nosso planeta.

Poderia ser alfabetizado cientificamente quem não soubesse explicar algumas situações triviais do nosso cotidiano? Por exemplo: o fato de o leite derramar ao ferver e a água não; por que o sabão remove a sujeira ou por que uma pedra é atraída para a terra de maneira diferente de uma pluma; por que no inverno as horas de sol são menores do que no verão ou por que quando é primavera no hemisfério sul é outono no hemisfério norte; por que quando produzimos uma muda de violeta a partir de uma folha estamos fazendo clonagem (CHASSOT, 2011, p. 64).

Levando em consideração essa afirmativa, Chassot (2011) ainda ressalta que vivemos em um meio que sofre total influência da Ciência, e que não faz sentido estudá-la senão para formar cidadãos que a compreenda, que sejam críticos e capazes de, junto a ela, promover mudanças no mundo.

Além disso, ao buscar promover a AC e despertar nos alunos a capacidade de criar e resolver problemas, resolver e compreender situações que o cerca, envolvendo fenômenos naturais do seu cotidiano, é importante frisar que a Ciência não é neutra e que ela sofre influência de todos os setores da comunidade. Gil-Pérez et al. (2005) argumentam que a Ciência é tratada pela comunidade científica como sendo dinâmica e não neutra, sendo influenciada por fatores culturais, sociais, históricos, ideológicos e éticos, participando expressivamente na construção de novos conhecimentos.

Lorenzetti e Delizoicov (2001), Sasseron e Carvalho (2008) e Chassot (2011), argumentam que mesmo com as diferentes interpretações sobre AC todas elas evidenciam uma diversidade de possibilidade. Entre essas possibilidades se almeja o desenvolvimento de habilidades básicas do ser humano em um contexto cultural, social e de utilidade prática no que se diz respeito ao aprendizado das Ciências. Também devemos considerar que uma pessoa alfabetizada cientificamente desenvolve habilidades voltadas para a questão multidimensional, processual, na leitura e interpretação de conceitos naturais e sobre o funcionamento do mundo e os fenômenos que o constitui. Concluímos então que a AC está relacionada com a história,

cultura e sociedade, e deve contribuir, em conjunto com outras áreas, para a ampliação do conhecimento de mundo pelo aluno, proporcionando a ele desenvolver habilidades importantes para viver em grupo e atender os inúmeros setores de atuação social.

Desse modo, para organizar a estrutura de um ambiente de ensino de Ciências que valoriza a formação do aluno como um cidadão alfabetizado cientificamente, Sasseron e Carvalho (2011) estabeleceram três eixos estruturantes para promoção da AC, que estão descritos a seguir.

2.2.1 Os eixos estruturantes para promoção da Alfabetização Científica

No intuito de organizar um ambiente adequado para que ocorra o ensino-aprendizagem com vista a promoção da AC, Sasseron e Carvalho (2011, p.75-76) propuseram três eixos estruturantes para orientar o planejamento de aulas que assegurem o desenvolvimento das habilidades propostas para o EC: 1) “compreensão básica de termos, conceitos e conhecimentos científicos fundamentais”; 2) “compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática”; e 3) “entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente”.

Segundo as autoras, o primeiro eixo se baseia na capacidade de ligar os conhecimentos científicos com os problemas cotidianos, por meio do ensino de leis e teorias em sala de aula; o segundo indica a necessidade de entender que a Ciência é mutável, que se transforma por meio de abstração e análise de dados, podendo ser trabalhado nas aulas por meio de problemas que instiguem a investigação em busca de possível solução; e o terceiro está relacionado à necessidade de se construir relações entre o desenvolvimento científico, social, cultural e econômico, que deve ocorrer quando os temas relacionados à ciência são analisados no aspecto mundial. Sasseron e Machado (2017) afirmam ainda que o terceiro eixo:

Denota a necessidade de compreender as aplicações dos saberes construídos pelas Ciências em relação às ações que podem ser desencadeadas pela utilização deles. O trabalho com esse eixo é garantido quando se tem em mente o desejo de um futuro sustentável para a sociedade e para o planeta, e sua consecução se liga às pontes construídas pelo professor para que os temas científicos sejam analisados de maneira global, fora do microcosmo que a sala de aula constitui (SASSERON; MACHADO, 2017, p.17).

Ademais, fica evidente a importância da organização de atividades que contemplem os eixos e proporcionem ambientes estruturados ao desenvolvimento da Alfabetização Científica. Essas atividades devem colaborar para que o indivíduo adquira conhecimento de

mundo, saiba identificar seus direitos e deveres, conquistar pensamentos próprios com criticidade suficiente para reconhecer seu espaço e a possibilidade de mudança de vida.

2.2.2 Indicadores da Alfabetização Científica

A partir dos três eixos estruturantes, Sasseron e Carvalho (2011) estabeleceram alguns Indicadores de Alfabetização Científica, que trata de habilidades a se observar em relação à promoção da AC. Nesse contexto, as autoras afirmam que é necessário averiguar se essas habilidades estão sendo desenvolvidas, para que o professor possa avaliar se seus alunos estão sendo alfabetizados cientificamente. Esses indicadores são capazes de indicar a capacidade discursiva e as ações entre o professor e alunos no sentido de despertar uma consciência mais crítica e atuante na sociedade.

Estes indicadores são algumas competências próprias das ciências e do fazer científico: competências comuns desenvolvidas e utilizadas para a resolução, discussão e divulgação de problemas em quaisquer das Ciências quando se dá a busca por relações entre o que se vê do problema investigado e as construções mentais que levem ao entendimento dele (SASSERON; CARVALHO, 2008, p.338).

Os Indicadores da Alfabetização Científica, propostos por Sasseron (2008), são critérios que afloram a condição de alfabetizado cientificamente para o aluno em processo de ensino-aprendizado. Os indícios de promoção da AC estão relacionados não apenas com as atitudes dos alunos, mas também com as ações do professor enquanto formador dessas habilidades. Sasseron e Carvalho (2008, p.337-338) afirmam que o professor deve tomar o cuidado de observar os indicadores, pois estes “[...] devem ser encontrados durante as aulas de Ciências ‘podendo’ fornecer evidências de que o processo de Alfabetização Científica está se desenvolvendo entre os alunos”.

De acordo com Sasseron e Carvalho (2011, p.67-70), o aluno em processo de Alfabetização Científica deve indicar em suas atitudes a capacidade de:

1. Utilizar os conceitos científicos e ser capaz de integrar valores, e saber tomar decisões responsáveis no dia-a-dia;
2. Compreender que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias, bem como as ciências e as tecnologias refletem a sociedade;
3. Compreender que a sociedade exerce controle sobre as ciências e as tecnologias por meio do viés das subvenções que a elas concede;

4. Reconhecer também os limites da utilidade das ciências e das tecnologias para o progresso do bem-estar humano;
5. Conhecer os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e ser capaz de aplicá-los;
6. Apreziar as ciências e as tecnologias pela estimulação intelectual que elas suscitam;
7. Compreender que a produção dos saberes científicos depende, ao mesmo tempo, de processos de pesquisas e de conceitos teóricos;
8. Fazer a distinção entre os resultados científicos e a opinião pessoal;
9. Reconhecer a origem da ciência e compreender que o saber científico é provisório e sujeito a mudanças, a depender do acúmulo de resultados;
10. Compreender as aplicações das tecnologias e as decisões implicadas nestas utilizações;
11. Possuir suficientes saberes e experiências para apreciar o valor da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico;
12. Extrair da formação científica uma visão de mundo mais rica e interessante;
13. Conhecer as fontes válidas de informação científica e tecnológica e recorrer a elas quando diante de situações de tomada de decisões e;
14. Uma certa compreensão da maneira como as ciências e as tecnologias foram produzidas ao longo da história.

Ademais, Sasseron (2008, p.67) organiza os indicadores de AC em três grupos: o primeiro está relacionado “ao trabalho com os dados empíricos ou com as bases por meio das quais se compreende um assunto ou situação”; o segundo está ligado à organização e estruturação cognitiva do pensamento dos alunos; e o terceiro à compreensão do fenômeno estudado.

Segundo a autora, o **primeiro grupo** é composto pelos indicadores: i) Seriação de informações; ii) Organização de informações; e iii) Classificação de informações. O **segundo grupo** é composto por: i) Raciocínio lógico; e ii) Raciocínio proporcional. Por fim, o **terceiro grupo** é formado por: i) Levantamento de hipóteses; ii) Teste de hipóteses; iii) Justificativa; iv) Previsão; e v) Explicação. Sasseron e Carvalho (2008, p.338-339) descrevem esses indicadores da seguinte forma:

1. Seriação de informações: se relaciona às bases da ação investigativa, sem prever a ordem de estabelecimento das informações. Pode ser uma listagem ou relação de dados trabalhados ou que se pretende trabalhar.

2. Organização de informações: é o preparo dos dados existentes em relação à problemática abordada, no intuito de produzir um arranjo para novas informações ou já existentes. Ocorre no início ou na retomada de uma questão ou tema proposto.
3. Classificação de informações: é a hora de estabelecer características dos dados trabalhados, segundo uma ordem que permita relacioná-los a partir da classificação das informações e ordenamento dos elementos.
4. Raciocínio lógico: se orienta pela maneira como se apresenta o pensamento e concepções de ideias.
5. Raciocínio proporcional: se relaciona à estrutura do pensamento e como as variáveis se relacionam entre si.
6. Levantamento de hipóteses: se apresenta na forma de uma afirmação ou pergunta e “aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema. Este levantamento de hipóteses pode surgir tanto da forma de uma afirmação como sendo uma pergunta [...]” (SASSERON; CARVALHO, 2008, p.339).
7. Teste de hipóteses: pode ocorrer durante a manipulação dos objetos e/ou de forma intelectual ao expressar suas ideias, “concerne nas etapas em que se coloca à prova as suposições anteriormente levantadas” (SASSERON; CARVALHO, 2008, p.339).
8. Justificativa: “aparece quando em uma afirmação qualquer proferida lança mão de uma garantia para o que é proposto; isso faz com que a afirmação ganhe aval, tornando mais segura” (SASSERON; CARVALHO, 2008, p.339).
9. Previsão: “é explicitado quando se afirmar uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos” (SASSERON; CARVALHO, 2008, p.339).
10. Explicação: “surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas” (SASSERON; CARVALHO, 2008, p.339).

Para apresentar esses indicadores, o aluno deve adquirir, ao longo do processo, a capacidade de relacionar os conceitos científicos com o meio ao seu redor, além de solucionar problemas no seu dia a dia. Também deve ser capaz de se posicionar a favor ou contra ideais impostas a ele, modificar sua maneira de convivência com a sociedade e de modificá-la de acordo com sua necessidade, sem invadir a individualidade de cada um. Desse modo, em uma atividade de conhecimento científico, é preciso que os indicadores de AC sejam observados ao longo do processo para que seja admissível alcançar os objetivos do ensino de Ciências.

2.3 Ensino por investigação e as atividades investigativas

O Ensino por Investigação é uma modalidade de ensino que se disponibiliza aos alunos um ambiente de ensino-aprendizagem capaz de proporcionar lhes interações com objetos de estudos, onde eles sejam aptos a criar hipóteses, testar e discutir com seus colegas e professores. Assim, ao propor o Ensino por Investigação, deve-se fazer uso das atividades investigativas que têm como principal objetivo proporcionar o desenvolvimento da capacidade cognitiva dos alunos (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). Esse tipo de atividade precisa proporcionar aos estudantes a condição de propor soluções para problemas, possibilitando um momento de levantamento de hipóteses, em que eles possam realizar anotações para análise dos dados produzidos ao longo do procedimento de solução do problema e também oportunizar o uso da argumentação em Ciências.

Sobre o uso das atividades investigativas, Zômpero e Laburú (2011) afirmam que mesmo que haja uma diversidade de etapas e termos usados para se referir e conduzir a construção e aplicação dessas atividades, eles concordam que elas devem apresentar algumas características:

[...] o engajamento dos alunos para realizar as atividades; a emissão de hipóteses, nas quais é possível a identificação dos conhecimentos prévios dos mesmos; a busca por informações, tanto por meio dos experimentos, como na bibliografia que possa ser consultada pelos alunos para ajudá-los na resolução do problema proposto na atividade; a comunicação dos estudos feitos pelos alunos para os demais colegas de sala, refletindo, assim, um momento de grande importância na comunicação do conhecimento, tal como ocorre na Ciência, para que o aluno possa compreender, além do conteúdo, também a natureza do conhecimento científico que está sendo desenvolvido por meio desta metodologia de ensino (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 79).

No sentido de contribuir com a elaboração de atividades que promovam o engajamento dos alunos durante o ensino de Ciências, Machado (2012, p.24) afirma que o ensino deve ser visto “[...] sob uma perspectiva problematizadora e participativa, em que os alunos utilizam habilidades típicas das Ciências, ou seja, uma forma científica de pensar para intervir no mundo”. Essa perspectiva tem por objetivo situar um problema nas atividades e procurar uma solução por meio de questionamentos e perguntas, ou seja, pela argumentação.

Sasseron e Machado (2017, p.25) afirmam que “[...] a problematização de um tema científico pode favorecer o desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem em Ciências”. As autoras alegam que o problema se relaciona diante da realidade do

conhecimento científico, levando a uma reflexão crítica sobre ambos, e sugere que a situação problema seja eficaz para aguçá-la curiosidade do aluno.

Sasseron e Machado (2017) argumentam ainda que as atividades investigativas consistem em um ótimo recurso didático para o ensino de Ciências, pois elas fazem uso da curiosidade dos alunos para promover sua criatividade e a compreensão dos fenômenos estudados, por meio da argumentação. Portanto, constitui-se em uma abordagem de ensino que pode, ao mesmo tempo, oferecer meios para a argumentação e para a promoção da AC.

[...] a metodologia do Ensino por Investigação como atividades didáticas que buscam desenvolver no estudante habilidades relacionadas à cultura científica, bem como oferecer-lhe oportunidade para a construção do conteúdo conceitual da disciplina. Para tanto a atividade investigativa, a nosso ver, deve partir de uma problematização, experimental ou teórica, bem contextualizada (ALMEIDA, 2014, p.22).

Assim como para Almeida (2014), Carvalho (2013) concorda com o potencial do Ensino por Investigação e da necessidade de uma boa problemática, que envolverá o processo que irá contribuir para tornar os alunos alfabetizados cientificamente:

O Ensino por Investigação é defendido [...] como propício à promoção da Alfabetização Científica, pois precisa ser pensado sob a ótica da realização de práticas que abordem atividades diversificadas e que oportunizem a resolução de problemas por meio do diálogo, da exercitação do pensar, do refletir, do experimentar, etc., buscando, dessa forma, analisar os resultados para a transformação da realidade em que o sujeito está inserido, além de procurar meios para aproximar esse sujeito de uma Cultura Científica (CARVALHO, 2013, p.46).

Para Sasseron (2013, p.43), as atividades investigativas são essenciais nas aulas de Ciências, pois elas são capazes de promover “[...] interações entre pessoas, interações entre pessoas e conhecimentos prévios, interações entre pessoas e objetos”. Segundo a autora essas interações são importantes para conduzir o desenvolvimento do trabalho de investigação científica.

Capecchi (2013, p.24) considera que “[...] a problematização no ensino de Ciências visa construir um cenário (contexto) favorável à exploração de situações de uma perspectiva científica”. A autora reforça que “[...] a problematização aparece como um processo de transformação, de construção de um novo olhar sobre aquilo que, aparentemente, já nos é familiar, e não como o acesso a algo que já vem pronto” (CAPECCHI, 2013, p.25).

Ainda sobre a utilização de problemas em aulas de Ciências, Briccia (2013, p.115) afirma que “[...] a problematização é algo muito importante dentro da Ciência. A existência de um problema é o mote de propulsão do conhecimento”. Para a autora, “[...] a Ciência usa dos

problemas para encontrar explicações e respostas, sendo o problema essencial nessa construção” (BRICCIA, 2013, p.116).

De acordo com Carvalho (2013, p.10), o problema utilizado na atividade investigativa precisa fazer parte de algum assunto ou conteúdo presente no currículo escolar, e estar diretamente vinculado ao material didático utilizado na atividade. Também deve ser de nível adequado para a idade dos estudantes, proporcionando o seu interesse em solucioná-lo.

A elaboração da situação problematizadora consiste em buscar um problema que os alunos não estejam habituados em resolver no seu dia a dia, criando uma oportunidade para que eles construam novos conhecimentos (CAPPECHI, 2013). Delizoicov (2001) afirma que não se deve propor problemas que os alunos já tenham condições de solucionar por meio de conceitos já aprendidos, mas, ao contrário, deve-se criar problemáticas que promovam condições para o desenvolvimento de novos aprendizados. Nesse intuito, o trabalho do aluno será participativo e essencial para a construção de novos conceitos.

Para que isso seja possível, deve-se percorrer todo um processo de construção de significados, desde a apresentação de um problema inicial, que seja motivador, até a identificação de questões científicas envolvidas em sua solução e identificação de ferramentas necessárias para investigá-las (CAPECCHI, 2013, p.26).

Segundo Carvalho (2013, p.9) quando o aluno relaciona o problema resolvido com o assunto trabalhado e contextualizado com o ponto central do conteúdo, permite relacionar o tema com outras situações do cotidiano.

Sobre os problemas, Carvalho (2013) os caracteriza de três formas: experimental; demonstração investigativa; e não-experimental. O problema experimental consiste em uma atividade que faz uso de um aparato experimental, podendo também serem utilizadas figuras e textos. A organização da atividade investigativa com problema experimental exige muito cuidado para que os alunos consigam resolvê-lo e não se confundam durante o processo, ou seja, é necessário utilizar um material que desperte a atenção e o interesse deles, além de possibilitar que diversifiquem suas ações. No caso de problema experimental, é importante que o aluno tenha a oportunidade de manipular os objetos antes do professor expor o desafio (problema), possibilitando a ele condições de tocar, analisar o material experimental e iniciar um processo de levantamento de hipóteses para, assim, poder relacionar com as reações que serão observadas posteriormente (CARVALHO et al., 1998).

No caso da demonstração experimental, Carvalho (2012) afirma que o professor deve utilizá-la quando o experimento trazer algum tipo de perigo para o aluno, como, por exemplo,

haver a necessidade de se manipular ou fazer uso de fogo, objetos cortantes ou outros que gerem risco à segurança do aluno. Nesse caso, o professor manipula 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.

Por fim, o problema não experimental utiliza-se de reportagens, gravuras, entre outros, recomendado para os casos em que se pretende desenvolver nos alunos a capacidade de ler gráficos e tabelas, ou seja, diversificar a sua linguagem científica. Carvalho (2013) afirma que o problema não experimental pode ser utilizado tanto para iniciar quanto para finalizar as atividades de uma SEI, ou ainda para complementar algum assunto.

Para Carvalho (2013), ao se propor as atividades investigativas é necessário que algumas etapas sejam cuidadosamente seguidas para que o aluno compreenda o conceito abordado, despertando autonomia nas tomadas de decisões e levantamento de hipóteses, proporcionando a ele a adoção de uma postura ativa.

Na primeira etapa, de distribuição do material e explicação do problema, o professor deve dividir a sala em grupos pequenos, verificando se todos entenderam o problema e tomando o cuidado para não dar nenhuma dica de como resolvê-lo. Esta fase de interação com os objetos proporciona uma oportunidade para que os alunos busquem possíveis soluções para o problema, e mesmo que não consigam resolvê-lo, já terão condições de visualizar mentalmente ações para a execução do experimento e sua solução (CARVALHO, 2013). Nesta etapa, de manipulação, os alunos já são capazes de pensar sobre o problema, além de colaborar entre si com suas experiências e visão acerca da problemática.

A segunda etapa, que é a resolução do problema, é a hora em que os estudantes realizam suas ações sobre os materiais, testando suas hipóteses. Durante esta etapa, o professor precisa ficar atento ao trabalho colaborativo dos alunos para evitar que um deles se sinta mais importante que os outros ou que pense saber mais do que seus colegas, tomando uma postura de “dono do experimento”. Carvalho et al. (1998) alertam que o professor deve tomar atitudes de modo a colocar todos os alunos em um mesmo nível de trabalho, evitando-se possíveis brigas entre eles e propiciando a formação de cidadãos com atitudes colaborativas. Carvalho (2013) reforça a importância de o professor transitar entre os grupos, verificando se todos entenderam o problema, mas tomando o cuidado para não dar nenhuma informação relevante à forma de resolução. O importante desta etapa não é a resolução do problema, mas os caminhos que os alunos trilharam para obter seus resultados. Dessa maneira, ao passar para as próximas etapas, o aluno deve conseguir refazer mentalmente suas estratégias, dialogando com seus colegas, tomando consciência de suas ações e construindo seus conhecimentos.

A terceira etapa consiste na sistematização coletiva do conhecimento produzido nos grupos. Nesta etapa, o professor deve propiciar um ambiente de diálogo entre educando-educando e educando-educador, no intuito de conduzir os alunos a relembrar o que fizeram e também a construir seu conhecimento. Para isso, depois de se verificar que todos os grupos conseguiram resolver o problema, o professor deve recolher os materiais e organizar os alunos em um grande círculo. Em seguida, o professor deve questionar os alunos “como” aquelas ações realizadas por eles propiciaram a resolução do problema, de forma que os estudantes possam descrever o que fizeram, relatando as hipóteses que deram certo e como foram testadas (CARVALHO, 2013, p.12). Depois que todos os estudantes tiverem a oportunidade de relatarem como fizeram para resolver o problema, o professor deve questioná-los sobre o “porquê” de aquelas ações terem resolvido o problema, buscando uma justificativa para o fenômeno e fazendo uso da argumentação científica durante seu discurso. É importante frisar que ao enunciar uma pergunta, o professor não a direciona para um único aluno, mas para o grupo, deixando-os à vontade para responder, mesmo que repita a resposta de um colega. Nesse momento, o professor deve estar atento às falas dos alunos, demonstrando se importar com as explicações e valorizando sua contribuição para aquela discussão. Para Carvalho et al. (1998), o professor tem um papel extremamente importante no sentido socioemocional e afetivo com seu aluno, valorizando a participação de todos e contribuindo para uma melhoria nas respostas que surgirão na etapa seguinte.

Cappechi (2013) afirma que o uso da argumentação em rodas de conversa sobre fenômenos físicos, e o ensino-aprendizado da Ciência como um todo, tem um valor riquíssimo na construção do conhecimento científico. Para a autora, a argumentação em uma aula de Física deve ser observada com a pontuação de diferentes tipos de ideias que surgem ao longo do diálogo. Cappechi (2013) também afirma que a argumentação científica tem um grande potencial na construção das explicações causais, permitindo que um aluno se baseie nas ideias do outro para formular e/ou reformular sua forma de compreender o fenômeno.

Mortimer e Machado (1997) explicitam que a busca por explicações causais deve gerar mudanças conceituais através do conflito cognitivo que a situação proporciona, e pela tomada de consciência. O conflito cognitivo que o aluno vivencia durante a atividade é responsável por reforçar a busca de ideias que estão sendo discutidas, e, durante a fala de cada um, promover mudanças em suas concepções acerca do fenômeno e das suas causas, apresentando novas justificativas e produzindo nova compressão de seus testes de hipóteses e observações dos resultados.

A quarta etapa é a de contextualização, na qual o estudante tem a oportunidade, juntamente com seus colegas e professor, de conversar sobre as aplicações daqueles conceitos em seu dia a dia. Para essa etapa, pode-se utilizar textos, reportagens, figuras ou artigos, desde que relacionem a situação investigada com um problema social ou tecnológico³ (CARVALHO, 2013, p.16). Nesta etapa, o aluno é levado a pensar sobre onde aquele fenômeno pode ser visualizado na sua vida cotidiana e refletir sobre as diversas possibilidades para aplicação dos conceitos de Ciências. Para isso, o professor necessita estimular seus alunos a pensarem situações que vivenciam diariamente, e conseguir relacionar o contexto fenomenológico para explicar sua causa. A autora reforça ainda que as reflexões dos alunos sobre outras situações que relacionem o mesmo conceito são altamente potenciais para aumentar seu vocabulário científico e expandir suas experiências de vida.

Por fim, a última etapa é destinada à avaliação, na qual é solicitado ao aluno que faça um relato, na forma escrita e/ou desenho, do que eles fizeram e o que compreenderam com a atividade. Trata-se de um momento em que o aluno deve registrar como foi o processo de aprendizado ao qual foi submetido, os principais aspectos vivenciados ao longo da prática, suas etapas e o que aprenderam na aula. Carvalho (2013) argumenta que este tipo de avaliação não deve ser utilizado para classificar os alunos quanto ao nível de conhecimento, mas deve servir para verificar o aprendizado dos alunos.

Para Carvalho (2013), a avaliação tem papel estruturante do ensino de Ciências, contribuindo para que o aluno organize suas ideias, deixando-as mais claras. A avaliação também deve orientar o professor quanto ao aprendizado do aluno ao longo da atividade. Segundo a autora, o uso da escrita de texto, como estratégia de avaliação, é interessante para observar aspectos linguísticos e o uso de termos científicos, e que devem ser complementados com as falas dos alunos durante a atividade.

Carvalho (2013) afirma que a produção escrita tem o potencial de evidenciar tanto o aprendizado atitudinal como o procedimental. Por exemplo, ao escrever verbos que indicam ação no plural, é possível apontar traços de uma aprendizagem atitudinal e colaborativa, demonstrando consciência de trabalho em grupo. Ao relatarmos no texto ou desenho a sequência de ações realizadas, e envolver essas ações com o fenômeno investigado e/ou demonstrar indícios de discussão de ideias que serão tratadas como hipóteses e suas testagens, os alunos apresentam aprendizado procedimental. O aprendizado conceitual também pode ser

³ Uma simples pergunta, do tipo: “No seu dia a dia onde vocês podem verificar esse fenômeno?”, pode ser tratada como uma forma de contextualização (CARVALHO, 2013, p.16).

identificado a partir de elementos científicos, utilizados para justificar suas afirmações e explicações de causas.

Oliveira (2013) argumenta que a escrita gera grande contribuição no desenvolvimento cognitivo do aluno, por forçar o raciocínio na hora de expor seu relato no papel. Essa transposição dos conceitos, a partir da oralidade para o textual, exige maior habilidade do aluno em sua formulação e, assim, o leva a esclarecer mais algum conceito ainda não sistematizado durante a atividade:

O fazer Ciências não se encerra nos procedimentos usuais: retirar medidas, fazer observações, levantar hipóteses para testá-las, interpretar dados, entre outros; mas vai além, também é fundamental para a atividade científica e, por consequência, para o ensino de Ciências a capacidade de o aluno debater suas ideias e escrever sobre o tema (OLIVEIRA, 2013, p.64).

Por fim, Cachapuz et al. (2005) afirmam que a atividade investigativa não é importante apenas para o aluno, como o maior interessado, mas também para o professor avaliar suas práticas docentes e rever seus erros e acertos enquanto orientador do processo de ensino-aprendizagem. Nessa perspectiva, os autores concluem que a exploração desse método, em que o aluno é o autor da solução do problema e da construção do seu conhecimento, o coloca em constante interação com seus colegas e professor.

2.4 Sequência de Ensino por Investigação (SEI)

As sequências didáticas vêm se tornando cada vez mais frequente nas aulas de Ciências, como uma estratégia metodológica eficaz para potencializar o processo de ensino-aprendizagem de temas e conceitos científicos. Zabala (1998, p.18) define as Sequências Didáticas como sendo um “[...] conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos”.

Neste sentido, uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI) nada mais é do que uma Sequência Didática na qual é contemplada atividade investigativas. Para Carvalho (2013, p.9), uma SEI é definida como:

[...] sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada uma das atividades é planejada, sob o ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciarem os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor

passando do conhecimento espontâneo ao científico e tendo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores.

Sasseron (2015) afirma que uma SEI pode ser definida como um conjunto de atividades e aulas em que a temática deve ser colocada em investigação e se possa relacionar os temas, conceitos e práticas com outras esferas sociais e de conhecimentos para serem trabalhados. A partir dessas definições, podemos considerar uma SEI como uma abordagem didática capaz de envolver diversificados procedimentos que se relacionem e permitam aos alunos uma participação ativa no processo de aprendizagem de conceitos e desenvolvimento de habilidades e atitudes. Assim como no caso das Sequências Didáticas, uma SEI deve ter suas atividades organizadas para proporcionar o ensino-aprendizagem de algum conteúdo da matriz curricular. Ao se elaborar uma SEI, o professor deve ter o cuidado de contemplar atividades investigativas, e outras, que sirvam para reforçar as diversas maneiras de abordagem do tema, como atividades de sistematização, de contextualização e de escrita/desenho.

Carvalho (2013) afirma que cada momento de uma SEI deve considerar aspectos que proporcione coerência e coesão no processo de ensino-aprendizagem e, assim, contemplar, ao mesmo tempo: i) atividades experimentais ou não; ii) atividade de sistematização do conhecimento; iii) atividade de contextualização; e, finalmente, iv) uma atividade de avaliação. Porém, é importante ressaltar que uma SEI não contempla necessariamente apenas atividades investigativas, ela pode conter atividades de outra natureza, mas que leve o aluno a um momento de reflexão, discussão e avaliação sobre o tema.

Carvalho (2013) afirma ainda que o desenvolvimento de uma SEI pode exigir várias aulas, o que dependerá: da proposta de ensino que o professor almeja; do tema escolhido; das metodologias aplicadas; e dos conteúdos a serem trabalhados. Ao considerar o uso dessa abordagem didática, o professor tem um papel fundamental ao longo de todo processo, e sua conduta, durante a elaboração e execução da SEI, deve ser de forma cuidadosa.

[...] é o professor que propõe os problemas a serem resolvidos, que irão gerar ideias que, sendo discutidas, permitirão a ampliação dos conhecimentos prévios, indo além das atividades puramente práticas. O professor pode estabelecer métodos de trabalho colaborativo e um ambiente em que todas as ideias são respeitadas (CARVALHO et al., 1998, p.36).

Durante o desenvolvimento de uma SEI, é importante que o professor deixe de ser o protagonista e passe a ser um orientador/condutor do processo de ensino.

Em cada uma de nossas aulas, se quisermos realmente que nossos alunos aprendam o que ensinamos, temos de criar um ambiente intelectualmente ativo que os envolva, organizando grupos cooperativos e facilitando o

intercâmbio entre eles. A função do professor será a de sistematizar os conhecimentos gerados, não no sentido de “dar a resposta final”, mas de assumir o papel de crítico da comunidade científica, assim, quando os alunos apresentam soluções incorretas, o professor deve argumentar com novas ideias e contraexemplos (CARVALHO et al., 1998, p.16-17).

Ao longo do processo de ensino-aprendizagem, o professor deve sempre questionar, perguntar, argumentar, estimular e criar desafios para que os alunos estejam continuamente envolvidos no processo metodológico, e assim se tornando investigadores e construindo seus próprios conhecimentos em ciências. Em atividades investigativas, o aluno deixa de ser um simples observador das aulas e adquire uma postura mais ativa durante o processo de ensino-aprendizagem, argumentando, pensando, agindo, interferindo e questionando, de forma a contribuir para a construção de seu conhecimento (CARVALHO et al., 1999).

Nessa perspectiva, o professor é peça fundamental no processo de ensino-aprendizagem, sendo ele o responsável por planejar, executar e orientar, de forma responsável, todas as atividades que promoverão o desenvolvimento dos conceitos em relação ao tema abordado. Em outras palavras, o papel do professor:

[...] deve ser ressaltado pela importância em planejar a atividade, criar situações que exijam dos alunos a participação e os coloquem como protagonistas do próprio ensino. Exige atenção e intervenção ativa no decorrer da aula para que possa provocar, elucidar, perguntar, entre tantas outras ações. (SASSERON; MACHADO, 2017, p.32)

O professor precisa estar atento ao diálogo dos alunos e ter o cuidado para, no momento oportuno, promover a intervenção, contribuindo para o crescimento do aluno, de forma a possibilitar o uso da argumentação. Segundo Sasseron (2008, p.53), a argumentação é entendida como sendo “[...] todo e qualquer discurso em que o aluno e professor apresentam suas opiniões em aula, descrevendo ideias, apresentando hipóteses e evidências, justificando ações ou conclusões a que tenham chegado, explicando resultados alcançados [...]”.

2.5 O júri simulado como estratégia de ensino

No intuito de criar um ambiente favorável para a promoção da aprendizagem em sala de aula, utilizando a argumentação como ferramenta pedagógica, vários autores (SIMONNEAUX, 2001; KOLSTOE, 2000; OLIVEIRA; SOARES, 2005; SILVA;

MARTINS, 2009) propõem a realização de atividades do tipo *role-play*⁴. Esses autores concordam com o poder do discurso e da argumentação, os considerando como ferramentas altamente capazes de promover mudanças no cognitivo, intelectual e atitudinal, ao colocar o aluno frente a uma ideia que ele ainda não é capaz de aceitar, ou seja, que ele não concorda.

Carvalho (2013) afirma também que a utilização da argumentação nas aulas de Ciências tem papel fundamental para o desenvolvimento de habilidades cognitiva e intelectual dos alunos. Dessa forma, verifica-se que o discurso e a argumentação são ferramentas estimulantes dessas aptidões, mas que devem ser colocadas em prática para que o aluno aumente o interesse em desenvolver tais habilidades.

Nessa perspectiva, Melo e Vieira (2022, p.299) indicam cinco contribuições que o uso da argumentação em sala de aula pode oferecer, ao expandir os limites psicológicos do aluno: “i) tornar público e modelar o processo cognitivo⁵; ii) desenvolver competências de comunicação e pensamento crítico; iii) alcançar a alfabetização científica; iv) possibilitar a enculturação na cultura científica e; v) desenvolver raciocínio e critérios racionais”.

Ainda no escopo das atividades do tipo *role-play*, Alcantara et al. (2015, p.19) defende a utilização do júri simulado como “[...] 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”. A partir do exposto, considera-se que o júri simulado deve potencializar o ensino e estimular os alunos na busca de recursos para defender sua opinião. Também podemos considerar que essa atividade desenvolve nos alunos atitudes para a busca de conhecimento, amplie sua capacidade cognitiva e intelectual e desperte o senso argumentativo sobre temas de Física.

O júri simulado também se mostra promissor para promover as mudanças atitudinais na postura do professor e do aluno, promovendo seu engajamento com vista à compreensão dos fatos e fenômenos. Ademais, ao se utilizar o júri simulado, o aluno se torna protagonista no processo de construção do conhecimento frente a situações conflituosas, e a partir de métodos próprios desenvolve sua autonomia, sua capacidade argumentativa e seu senso crítico (LIMA; SOUZA; SITKO, 2021).

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,

⁴ 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).

⁵ Apresentar o seu conhecimento construído em um momento de exposição pública e se transformar suas ações em um modelo para que outros se baseiem no seu processo de construção do conhecimento.

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. Essa atividade deve possibilitar a discussão de algum tópico ou alguma questão a ser trabalhada nas aulas de Ciências. A função do professor é a de organizar e estruturar o trabalho dos grupos, podendo apenas mediar todo o processo ou participar ativamente, por exemplo, como juiz.

No júri simulado é necessário criar uma situação problema para ser julgada (réu), que pode envolver um tema da matriz curricular ou alguma outra questão científica. Nessa atividade, cada grupo deve se unir na busca de conhecimentos, e se aprofundarem no tema para fortalecer seu discurso e seu argumento durante o julgamento. Essa atividade deve envolver os alunos em um processo de construção do conhecimento, em que eles sejam ativos na produção do seu conhecimento e ampliação de seu aprendizado (VIEIRA; MELO; BERNARDO, 2014).

A utilização dessa estratégia de ensino como ferramenta pedagógica vem se evidenciando ao longo dos anos através de diversas publicações como: Oliveira e Soares (2005), Silva e Martins (2009), Albuquerque, Vicentini e Pipitone (2015), Oliveira e Chacon (2022). Ao utilizar o Júri Simulado, Oliveira e Soares (2005) elaboraram uma atividade para estudos relacionados à contaminação de uma cidade por resíduos industriais, enquanto Silva e Martins (2009) avaliaram o potencial da atividade para a compreensão do tema dualidade onda-partícula no ensino de Física.

Por outro lado, Albuquerque, Vicentini e Pipitone (2015) e Oliveira e Chacon utilizaram a atividade de Júri Simulado para promover o ensino de questões relacionadas ao meio ambiente, provocadas por problemas energéticos. Enquanto os primeiros focaram na ameaça da extinção de um espécime de peixe, provocada pela construção de uma barragem, Oliveira e Chacon (2022) focaram na crise hídrica e a opção de instalação de uma usina nuclear em uma cidade.

Para Melo e Vieira (2022), o uso de júri simulado vem sendo cada vez mais frequente no ensino de Ciências, principalmente com o objetivo de se trabalhar a argumentação científica. Segundo os autores, a avaliação do potencial de ensino de um júri simulado deve ser feita em consonância com alguns critérios de análise, que são definidos como: 1) o uso da temática abordada; 2) a articulação do discurso entre as falas dos participantes de forma coerente e consistente; e a 3) consistência e coerência dos argumentos observados:

Através de reflexões fomentadas pelo processo de análise do discurso estabelecido nos júris simulados, são apresentados três critérios que consideramos serem pertinentes para avaliar atividades dessa natureza, são eles: i) as temáticas abordadas: através das quais o professor pode tanto fazer o direcionamento da discussão para uma temática específica, quanto suscitar o desenvolvimento de uma visão ampla de uma dada situação; ii) o discurso transacional: com o qual o docente demanda que os estudantes articulem em sua fala, a fala de outros colegas de modo coerente e consistente; e iii) a consistência e coerência dos argumentos apresentados: em que o professor mostra para os estudantes a necessidade de apresentar justificativas para suas proposições (MELO; VIEIRA, 2022, p.309).

No que diz respeito ao uso de júri simulado em aulas de Ciências, Melo e Vieira (2022) apontam que os critérios de avaliação citados, se devidamente explorados, têm o potencial de ampliação dos principais objetivos da atividade. Nesse caso, o júri simulado se apresenta como metodologia de ensino potencialmente eficaz para compor uma SEI, proporcionando momentos de reflexão e discussão do tema e de ideias. Esta proposição está de acordo com Sasseron (2013, p.43), que argumenta que a atividade investigativa não está condicionada somente às aulas experimentais, podendo, inclusive, acontecer a partir da leitura de um texto: “não importa a forma da atividade que venha a aparecer: o essencial é que haja um problema a ser resolvido; e as condições para resolvê-lo são muito importantes”.

2.6 Mecânica e as leis de Newton

A mecânica é um dos ramos da Física que estuda os movimentos, o qual nos permite compreender situações simples do dia a dia. Dentre os diversos estudos realizados na mecânica, podemos destacar o movimento de um objeto ao se deslocar, verificando sua velocidade e aceleração, bem como a construção de expressões matemáticas capazes de prever as características desse movimento em termos da variação do tempo. Essas características mais simples são estudadas na cinemática, que é ramo da mecânica que estuda os movimentos sem se preocupar com suas causas. Também é possível estudar na mecânica as razões que levaram esses movimentos a se estabelecerem, que faz parte da dinâmica. Quando se fala em entender as causas dos movimentos, o primeiro passo é compreender o conceito de força⁶, e depois fazer o estudo das leis que regem os movimentos de todos os corpos no universo, elaboradas e enunciadas por Isaac Newton⁷, também conhecida por mecânica newtoniana.

⁶ De maneira informal, força pode ser sinônimo de um empurrão ou puxão. Em termos científicos, se um corpo é dotado de aceleração, logo uma força age sobre ele, ou seja, a força é capaz de mudar a velocidade de um corpo, alterando seu módulo, direção e/ou sentido. (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008, p.96)

⁷ Isaac Newton, conhecido com Sir Isaac Newton, nasceu em Woolsthorpe (1643-1727), Inglaterra, foi físico, astrônomo e matemático, que dedicou grande parte de sua vida aos estudos que buscavam explicar o mundo físico ao seu redor.

Segundo Ponczek (2002), no século XVII, Newton viveu um período de epidemia de peste, o que o obrigou a se isolar em sua residência, tendo assim grande tempo para se dedicar à sua pesquisa, formulando as Leis da Mecânica Clássica, também conhecidas como Leis de Newton. Em 5 de julho de 1687 publicou uma de suas maiores obras, conhecida como *Philosophiae naturalis principia mathematica*, sendo um dos mais importantes trabalhos publicados sobre a filosofia da matemática, e apresentou para o mundo as Leis de Newton. Para Ponczek (2002), Newton desenvolveu as Leis que regem o movimento dos corpos na Mecânica Clássica, estudada na Física, a partir dos anseios que a sociedade e que o próprio meio científico almejava.

Em seus estudos, Newton enunciou três Leis para explicar o movimento dos corpos em todo o universo. De modo sucinto, podemos enunciar as Leis de Newton da seguinte maneira:

Primeira Lei de Newton ou Lei da Inércia: “se nenhuma força resultante⁸ atua sobre um corpo ($\vec{F}_R = 0$), sua velocidade não pode mudar, ou seja, o corpo não pode sofrer uma aceleração” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008, p.97). Isso quer dizer que se um corpo estiver em repouso ele permanecerá em repouso, mas se ele estiver em movimento retilíneo uniforme, ele permanecerá sempre com velocidade constante, ou seja, mesmo módulo, mesma direção e mesmo sentido. A primeira Lei de Newton é baseada na ideia de inércia de Galileu e, portanto, também recebe o nome de Lei da Inércia. Sobre a inércia, podemos defini-la como sendo a resistência de um corpo à mudança do seu estado de movimento. Assim, podemos concluir que quanto maior a massa do corpo, maior será sua inércia, ou seja, maior a dificuldade, maior a resistência, desse corpo em alterar a sua velocidade.

Um bom exemplo de aplicação da primeira Lei de Newton no dia a dia está no uso do cinto de segurança dos automóveis. Quando um veículo transportando passageiros colide com outro veículo ou um obstáculo, ou freia bruscamente, os corpos dos passageiros, por inércia, tendem a continuar o movimento. Assim, o cinto de segurança é capaz de impedir que os passageiros continuem esse movimento e sofram danos físicos graves, podendo levar a óbito.

Segunda Lei de Newton ou Princípio Fundamental da Dinâmica: “a força resultante que age sobre um corpo é igual ao produto da massa do corpo pela sua aceleração”

⁸ Força resultante é a soma vetorial de duas ou mais forças que atuam sobre um corpo. A força resultante pode ser substituída por uma única força com o módulo e orientação da força resultante, sendo capaz de produzir o mesmo efeito que todas as outras provocariam agindo simultaneamente. (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008, p. 97)

(HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008, p.99). De acordo com a segunda Lei de Newton, a massa do objeto é uma constante de proporcionalidade, dada entre a razão da força resultante pela aceleração, e é considerada a medida da inércia de um corpo. Em outras palavras, se forças de mesmo módulo forem aplicadas em corpos de massas diferentes, estes sofrerão acelerações de módulos distintos, sendo que o corpo de maior massa sofrerá menor efeito dinâmico produzido por essa força. A segunda Lei de Newton pode ser expressa matematicamente pela equação (1):

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a} \quad (1)$$

O conceito de força resultante se aplica separadamente nas três dimensões, e pode ser expresso por:

$$\vec{F}_{Rx} = m \cdot \vec{a}_x ; \vec{F}_{Ry} = m \cdot \vec{a}_y ; \vec{F}_{Rz} = m \cdot \vec{a}_z \quad (2)$$

Dessa forma, podemos afirmar que: “a componente da aceleração em relação a um dado eixo é causada apenas pela soma das componentes das forças em relação a esse eixo, e não por componentes de forças em relação a qualquer outro eixo” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008, p.100).

Terceira Lei de Newton ou Lei da Ação e Reação: “quando dois corpos interagem, as forças que cada corpo exerce sobre o outro são sempre iguais em módulo e têm sentidos opostos” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2008, p.107). Também vale ressaltar que o par de forças (ação-reação), que atuam sobre os corpos que interagem entre si, agem separadamente e simultaneamente em cada um, ou seja, enquanto a ação atua em um dos corpos a reação atua no outro e, portanto, não se anulam mutuamente.

Para exemplificar a terceira Lei de Newton, podemos considerar o movimento de uma pessoa ao caminhar sobre o chão, sendo que a pessoa aplica uma ação contra o chão e este devolve a reação sobre a pessoa causando o movimento dela. Também podemos considerar o movimento das aeronaves, como um foguete que ao ejetar massa gasosa em combustão, este recebe uma reação em sentido contrário, dando início ao seu movimento. Em todos esses casos citados, como exemplo, também podemos observar a presença da segunda Lei de Newton, visto que essas forças provocam variações de velocidade desses corpos.

3 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo é destinado à apresentação do percurso teórico-metodológico trilhado no desenvolvimento do produto educacional e realização da pesquisa, buscando responder à questão norteadora: Quais as contribuições de uma SEI sobre as Leis de Newton para a promoção da Alfabetização Científica de alunos da primeira série do ensino médio?

3.1 Fundamentos teóricos-metodológicos

Adotamos nesta pesquisa uma abordagem qualitativa, em que se utiliza de um ambiente natural como fonte direta de dados, e o pesquisador como principal instrumento de coleta, tendo um contato próximo e duradouro com o espaço e a situação em processo de investigação (LUDKE; ANDRÉ, 1986, p.11-13). Além disso, nesse tipo de pesquisa, a maior preocupação do pesquisador é com o processo e não com o produto, demonstrando suas percepções com a atividade e os procedimentos, e como os resultados serão utilizados no dia a dia pelos envolvidos.

Pesquisas do tipo qualitativa requerem do pesquisador um trabalho minucioso e de muita dedicação, e, nesse caso, a necessidade de uma “observação participativa”. Para Triviños (2009), esse tipo de observação é uma técnica de varredura de informações feita pelo pesquisador, para nortear estratégias para a elaboração de trabalhos e pesquisas realizados em sala de aula, considerado por ele como essencial. O autor ressalta ser importante que o pesquisador dialogue com os estudantes, professores para avaliar o ambiente de pesquisa.

Além disso, também trata-se de uma pesquisa de intervenção, pois buscou-se produzir mudanças conceituais e atitudinais nos alunos, além de levar ao ambiente da sala de aula uma proposta metodológica que aborda o uso de estratégias de ensino de Ciências para o ensino médio. De acordo com Gil (2002), quando se promove uma intervenção pedagógica, envolvendo educador e educando, esses devem se manter em uma posição democrática e de igual participação entre todos. Acredita-se que o pesquisador, nesse tipo de pesquisa, participe ativamente do contexto onde ela acontece, e não apenas observando e coletando dados. Para Damiani (2012, p.7), uma pesquisa de intervenção pedagógica se caracteriza por:

- 1) são pesquisas aplicadas, em contraposição a pesquisas fundamentais; 2) partem de uma intenção de mudança ou inovação, constituindo-se, então, em práticas a serem analisadas; 3) trabalham com dados criados, em contraposição a dados já existentes, que são simplesmente coletados; 4) envolvem uma avaliação rigorosa e sistemática dos efeitos de tais práticas, isto é, uma avaliação apoiada em métodos científicos, em contraposição às simples descrições dos efeitos de práticas que visam à mudança ou inovação.

Nesse sentido, esta pesquisa buscou validar e verificar a exequibilidade do produto educacional no ambiente escolar, alvo de nossas ações. Assim, quando levamos esta estratégia de ensino para a escola, entende-se que houve a intensão de mudança nas práticas educacionais por parte do professor regente e pesquisador.

3.2 Cenário da pesquisa: o colégio e suas características

A SEI foi desenvolvida no colégio estadual Frederico Jayme, que oferece educação de nível básico, do sexto ano do ensino fundamental até a terceira série do ensino médio. Esta escola pública está localizada no município de Rio Verde-Go, em um bairro de classe média, próximo à região central da cidade. A instituição funciona apenas no período diurno, sendo que no matutino é ofertado apenas o ensino médio, com três turmas de cada série. No período vespertino, o colégio funciona com oito turmas do Ensino Fundamental (um sexto ano, dois sétimos anos, três oitavos anos e dois nonos anos) e uma turma de primeira série do ensino médio.

A escolha desta instituição foi motivada por se tratar do local de trabalho do mestrando, que desempenha suas atividades como professor efetivo na Rede Estadual de Educação. A facilidade em conhecer todo o espaço físico do colégio, os alunos e os profissionais que atuam na escola também foram pontos motivadores na escolha desse espaço para o desenvolvimento da pesquisa. De acordo com Ludke e André (1986), realizar a pesquisa em um ambiente natural e conhecer as pessoas envolvidas é extremamente relevante para o sucesso do trabalho com pesquisa qualitativa. Além disso, a vontade e a necessidade de produzir mudanças no local de trabalho do pesquisador foi incondicionalmente relevante.

A estrutura física do colégio é constituída de: nove salas de aulas; um laboratório de Ciências e laboratório de informática móvel com trinta computadores a disposição para serem usados nas aulas e com acesso à internet. Também compõe o ambiente escolar: uma biblioteca; um salão para reuniões com os alunos, com uma lousa digital e um projetor multimídia; um pátio coberto; área gramada para vivência; quadra de esportes não coberta; sala dos professores; sala das coordenações e gestão; secretaria; e banheiros. Todas as salas de aulas são equipadas com lousa branca, para escrita com pincel, e um projetor multimídia devidamente instalado.

3.2.1 Os sujeitos da pesquisa

Para o desenvolvimento da SEI foi preciso escolher uma das quatro turmas de primeira série do ensino médio, optando-se pela única turma que funcionava no período vespertino. A escolha dessa turma foi motivada, principalmente, por se tratar de uma turma com alunos assíduos.

No início da pesquisa, esta turma era composta por 38 alunos, sendo 22 meninas e 16 meninos, com faixa etária entre 15 e 16 anos. No entanto, ao longo do desenvolvimento das atividades alguns alunos não participaram de algumas delas. O Quadro 2 indica a relação dos alunos que estiveram presentes em cada uma das atividades. Para garantir a integridade dos participantes, mantendo a identidade deles em anonimato, adotamos a seguinte codificação para identifica-los: “A1” (aluno 1), “A2” (aluno 2) e assim por diante.

Quadro 2 - Alunos participantes de cada atividade

Participantes	Sexo	Queda livre	Máquina de Atwood	Garrafa a jato	Lançador duplo de projéteis	Júri Simulado
A1	F		X	x	x	x
A2	F	x	X	x	x	x
A3	F	x	X	x	x	x
A4	M	x	X	x	x	x
A5	M	x	x	x	x	x
A6	F	x	x	x	x	x
A7	M	x	x	x	x	x
A8	F	x	x	x	x	x
A9	F	x	x	x	x	x
A10	M	x	x	x	x	x
A11	F	x	x	x	x	x
A12	M	x	x	x	x	x
A13	F		x	x	x	x
A14	M	x		x	x	x
A15	F	x	x	x	x	x
A16	M	x	x	x	x	x
A17	M	x	x	x	x	x
A18	M	x	x	x	x	x
A19	F		x	x	x	x
A20	F	x	x	x	x	x
A21	F	x	x	x	x	x
A22	F	x	x	x	x	x
A23	M	x	x	x	x	x
A24	M	x		x	x	
A25	M		x		x	x
A26	M	x		x	x	x
A27	F	x	x		x	x
A28	M	x	x		x	x
A29	F	x		x		
A30	F		x		x	
A31	M	x	x		x	
A32	F	x	x			

A33	M	x		x		
A34	M				x	
A35	M		x			
A36	M	x				
A37	M		x			
A38	M				x	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Antes do desenvolvimento da SEI, os alunos e seus responsáveis receberam e assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), respectivamente, como exigência e cumprimento da legislação em pesquisas com seres humanos. Também é importante dizer que a pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa, e autorizada pelo parecer número 5.248.381. Além disso, foi realizada uma reunião com a gestão da escola e coordenações responsáveis pela turma para esclarecimentos sobre a pesquisa, informando como seria o desenvolvimento da SEI e suas etapas. Na ocasião também foi assinado pela gestora da escola a autorização para realização da pesquisa na unidade escolar.

3.3 Instrumentos de coleta e análise de dados

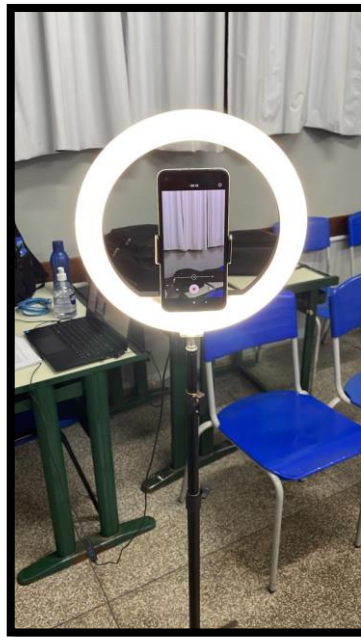
Como primeira ação, passei a observar o espaço físico da escola para decidir onde cada atividade poderia ser realizada. É importante lembrar da necessidade de fazer observações na turma escolhida para realizar a pesquisa, no intuito de conhecer os alunos e levantar estratégias que devem orientar as ações do professor. Contudo, neste caso, como o pesquisador é o professor regente da turma, essas observações já haviam ocorridas em momentos anteriores.

Ludke e André (1986) definem a observação como sendo “o que” e “o como” observar, e que deve ser estabelecido hipoteticamente o problema, o público, o tempo e o material. As autoras também consideram importante preparar o psicológico e o intelectual, e estar pronto para que, ao longo dessa etapa, todos os pontos estabelecidos previamente possam ser modificados de acordo com as necessidades apontadas e observadas. Para Ludke e André (1986), a observação permite visualizar a perspectiva do sujeito, ou seja, nas observações é possível realizar a descrição do sujeito, reconstrução de diálogo, descrição de eventos e atividades.

Além das observações, utilizamos também, como instrumento de coleta de dados, as gravações de áudio e vídeo do desenvolvimento da SEI, o que permitiu uma maior facilidade na obtenção de dados e fornecendo mais detalhes sobre as relações interpessoais e dos momentos de diálogos, principalmente, na sistematização e contextualização. Para essas

filmagens, utilizamos um suporte Ring Light e um smartphone (Figura 1), sempre aproximando o equipamento dos alunos nos momentos de suas falas, propiciando assim uma melhor qualidade de áudio. É importante frisar que todos os dados coletados estão mantidos em segurança, e a identidade dos alunos mantida em total sigilo, garantindo o respeito e a privacidade dos participantes.

Figura 1 - Suporte Ring Light



Fonte: Acervo do autor, 2022.

Também foram utilizadas como instrumento de coleta de dados as produções escritas dos alunos, realizadas na etapa de avaliação de cada atividade, e o questionário de avaliação do júri simulado.

Para analisar todos esses dados, adotamos a estratégia de análise de conteúdo, que é:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações, visando obter, por procedimentos objetivos e sistemáticos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção destas mensagens. (BARDIN, 2004, p.42)

Segundo Bardin (2004), a análise de conteúdo deve passar por três etapas: a) pré-análise, que se destina a uma leitura *flutuante* do *corpus*⁹ que será analisado, que servirá para

⁹ *corpus* é considerado o conjunto de todos os documentos submetidos aos procedimentos analíticos, e a leitura *flutuante* tem como objetivo buscar informações que “saltam aos olhos” durante uma leitura superficial (BARDIN, 2004, p.96). Na presente pesquisa, o *corpus* é constituído das transcrições das gravações de áudio e vídeo e dos materiais escritos produzidos pelos alunos.

organizar os indicadores utilizados, a partir das ideias principais; b) exploração do material, que se dá através de uma leitura rigorosa e sistemática, no intuito de codificar e categorizar o material apreciado na etapa anterior; e c) tratamento de resultados, inferência e interpretação, que é destinada à interpretação dos dados, a partir da busca de semelhanças e divergências, reorganizando-as para identificar novas inferências.

Para a realização da pré-análise foram assistidas as filmagens e feitas as transcrições das falas de cada participante, incluindo do professor. As filmagens das aulas foram revisitadas mais de uma vez, de modo que todas as falas fossem transcritas, inclusive observando alguns gestos que complementavam as falas dos participantes.

Sobre a categorização, Gomes (2004, p.70) afirma que “[...] em geral, se refere a um conceito que abrange elementos ou aspectos com características comuns ou que se relacionam entre si. Essa palavra está ligada à ideia de classe ou série”. Nesse sentido, a categorização ajuda a organizar, separar, unir, classificar e validar as respostas obtidas através dos instrumentos de coleta de dados.

A categorização, por si mesma, não esgota a análise. É preciso que o pesquisador vá além, ultrapasse a mera descrição, buscando realmente acrescentar algo à discussão já existente sobre o assunto focalizado. Para isso ele terá que fazer um esforço de abstração, ultrapassando os dados, tentando estabelecer conexões e relações que possibilitem a proposição de novas explicações e interpretações (LUDKE; ANDRÉ, 1986, p.49).

Na categorização dos dados, as categorias podem ser criadas antes, se referindo às hipóteses do que se espera, ou durante o processo de análise, que podem ser as novidades apontadas a partir das leituras e/ou relação entre os dados apresentados.

Cada categoria corresponde a um conjunto de unidades de análise que se organiza a partir de algum aspecto de semelhança que as aproxima. As categorias são construtos linguísticos, não tendo por isso limites precisos. Daí a importância de sua descrição cuidadosa, sempre no sentido de mostrar aos leitores e outros interlocutores as opções e interpretações assumidas pelo pesquisador (MORAES; GALIAZZI, 2005, p.116).

Nessa perspectiva, as categorias devem agrupar dados que pertencem a uma mesma unidade, devendo mostrar clareza e objetividade. Para a análise dos dados foram criados quadros com as falas dos alunos e do professor-pesquisador, apresentados na forma de texto, que se refere a cada momento de interação verbal, apresentando os turnos que indicam a ordem das falas de cada participante. Os turnos foram enumerados independentemente para cada atividade, reiniciando-se sua numeração em cada uma delas. Esses quadros não trazem

todas as falas, pois nem todas se mostraram relevantes durante a análise, o que pode ser notado pela ausência de alguns turnos.

As falas transcritas foram analisadas de acordo com a/s categoria/s a que elas se enquadraram. Essas categorias foram baseadas no terceiro grupo de indicadores de AC (SASSERON, 2008), por almejarmos indícios da promoção da AC. Essas categorias possibilitaram caracterizar os diálogos dos alunos por meio dos elementos textuais expressos durante a verbalização. As categorias definidas para esta análise foram: conhecimentos prévios; levantamento de hipóteses; elaboração de explicações causais; uso de termos científicos; conflitos cognitivos; compreensão do fenômeno; e atitude.

A definição dessas categorias foi embasada no alcance que o ensino de Ciências deve produzir na vida dos alunos, e tomando como base os indicadores de AC. Segundo Ferreira Júnior (2014), a presença dessas categorias no diálogo de cada aluno deve apontar o aprendizado dos conceitos científicos tratados. O Quadro 3 traz a descrição de cada uma das categorias.

Quadro 3 - Categorias de análise das atividades investigativas

Categorias	Elementos a serem observados	Descrição
A	Apresentação de conhecimento prévio	Trata-se dos conhecimentos que os alunos apresentam antes de se deparar com a “nova aprendizagem”. Para Carvalho (2013, p.6), os conceitos espontâneos são capazes de colocar o aluno em um processo de procura por justificativas em responder aos questionamentos do professor e a base para o entendimento do que está sendo explicado.
B	Levantamento de hipóteses e/ou testagem delas	É o momento em que o aluno busca recurso para “solucionar” o problema ou “tentar” explicar o fenômeno observado. Para Carvalho (2013, p.11), os alunos devem reunir hipóteses , também expressa pela autora como ideias, para quando forem testadas experimentalmente observar se os resultados são positivos ou não e assim se ver em uma oportunidade de construção do conhecimento.
C	Elaboração de explicações causais e científicas	As explicações podem ser argumentos isolados ou incompletos e sem justificativas, mas que o professor pode/deve interferir para melhorar sua elaboração e conclusão (CAPPECHI, 2013). Carvalho (2013, p.12) afirma que essa habilidade é observada ao expor uma explicação ou justificativa através de argumentação científica . Para a autora, nessa etapa os alunos têm a oportunidade de “falar ciência”, ampliando seu vocabulário e se tornando letrado cientificamente.
D	Apresentação de conflitos cognitivos	O aluno se depara com uma situação em que o observado não condiz com sua crença ou ideias espontâneas, isso quer dizer que suas hipóteses (categoria B) são contrárias aos resultados observados na experimentação (SCHNETZLER, 1992). Ocorre quando o aluno contradiz alguma de suas falas, utilizando conceitos que podem fazê-lo mudar de opinião e sentir desconforto em sua afirmação, podendo fazer uma pausa em sua fala ou até mesmo interrompendo sua resposta.
E	Compreensão do fenômeno	Observada quando o aluno demonstra indícios de compreensão do fenômeno abordado na atividade, envolvendo os resultados experimentais com seus conhecimentos prévios.
F	Atitudes	Alinhada a aspectos que os alunos demonstram durante a atividade como o interesse pela Ciência, a curiosidade, precisão, correr risco, objetividade, confiança, perseverança, satisfação, responsabilidade, consenso, colaboração

		entre os envolvidos e que podem ser observados em aulas de atividades experimentais (BLOSSER, 1988). Para Carvalho (2013, p.12), o desenvolvimento de atitude científica também está relacionado com a capacidade do aluno em coletar dados diante de suas observações e testagens e a posterior construção de evidências.
--	--	---

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

No caso da atividade de júri simulado, foram definidas três novas categorias, no sentido de promover sua análise e manter uma consonância com as atividades investigativas. Essas categorias foram estabelecidas baseando-se em Melo e Vieira (2022), e também a partir da possibilidade de conectá-la ao escopo das atividades investigativas, considerando suas potencialidades para a argumentação em aulas de Ciências. As categorias definidas para o Júri Simulado estão descritas no Quadro 4.

Quadro 4 - Categorias de análise do júri simulado

Categorias	Elementos a serem observados	Indicadores
1	Uso da temática abordada.	Uso da temática determinada previamente e compreensão do tema abordado. Para Melo e Vieira (2022, p.311), a presença do tema principal, bem como conceitos relacionados que fazem parte do processo de compreensão e da argumentação são partes essenciais como critérios de avaliação do júri simulado, visto que o professor “atento ao desenvolvimento delas, pode salientar, questionar, silenciar, pedir por esclarecimentos, estabelecer relações, solicitar conhecimento de base; contribuindo assim para aumentar a riqueza do debate em sala de aula”.
2	“Discurso transicional” - Articulação do discurso entre as falas dos participantes de forma coerente e consistente.	Avaliar a articulação entre as falas dos alunos de modo coerente e consistente. Para Zeidler et al. (2005 apud MELO; VIEIRA, 2022), o discurso transicional está presente quando o raciocínio do aluno passa a ser formulado a partir da argumentação levantada por seu colega sendo um gatilho para o seu pensamento. Para Melo e Vieira (2022, p.311), “o discurso transacional se dá na forma de ‘cadeias’ de proposições que vão sendo expostas e corroboradas ou confrontadas à medida que a discussão avança”.
3	Consistência e coerência dos argumentos observados.	Avaliar a apresentação de justificativas em suas afirmativas.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

3.4 O produto educacional: Sequência de Ensino por Investigação

Dentre tantos referenciais que nos indicaram e reforçaram os benefícios do uso de atividades investigativas nas aulas de Ciências, bem como a organização desse material em uma sequência de ensino, os trabalhos de Anna Maria Pessoa de Carvalho e seus colaboradores foram nossa principal orientação ao longo de todo esse itinerário. Assim, a SEI desenvolvida foi elaborada e teorizada nos ensejos das atividades investigativas, para desenvolver a argumentação científica e promover a AC nos alunos.

A definição da temática da SEI ocorreu a partir da análise do currículo da primeira série do ensino médio, tendo como pressuposto a importância das Leis de Newton, por se relacionar com outros temas da Física, e também a constatação de que esse conteúdo deveria ser trabalhado no terceiro bimestre do ano letivo, entre agosto e outubro, coincidindo assim com o cronograma da pesquisa.

Esta SEI é composta por cinco atividades relacionadas às Leis de Newton (Quadro 5), previstas para serem desenvolvidas em 10 aulas de 50 minutos cada. Em sua composição são utilizadas atividades investigativas experimentais, demonstrações experimentais, vídeos e uma atividade de júri simulado para finalizá-la.

Por fazer parte de uma SEI e ocupar o lugar de atividade de finalização dessa sequência, o júri simulado foi planejado de modo a maximizar seus efeitos no ensino, ou seja:

[...] (i) refletir sobre experiências reais; (ii) manter relação com o contexto geral de aprendizado atual do aluno; (iii) apresentar objetivos claros de aprendizagem; (iv) proporcionar desafios compatíveis com o nível dos alunos; (v) apresentar desafios progressivos; (vi) oferecer oportunidade para *debriefing*¹⁰ (RABELO; GARCIA, 2015, p.588).

Portanto, optou-se pelo uso do júri simulado como uma das atividades da SEI pela consonância entre os documentos oficiais que norteiam a educação básica, teóricos-metodológicos e pedagógicos com as atividades investigativas para o ensino da Física nas aulas de Ciências.

Quadro 5 - Descrição das atividades da SEI e seus objetivos

Aulas	Duração (min)	Atividade	Descrição	Objetivo
1 e 2	100	Queda livre dos corpos	Atividade experimental realizada em grupos pequenos de até cinco alunos, utilizando um livro e meia folha de papel A4. Essa atividade é dividida em momento de apresentação dos materiais e situação problema. Após esta parte os alunos serão conduzidos para a resolução do problema. Logo depois será proposto um momento de sistematização, contextualização e, por fim, a avaliação escrita com relato de experiência.	Compreender o conceito de movimento vertical de um objeto em situação cotidiana de queda, envolvendo a presença da força de resistência do ar e em situação onde a resistência do ar é desprezada, situação de queda livre
3 e 4	100	Máquina de Atwood	Demonstração experimental. Atividade é dividida em apresentação do equipamento e explicação do problema. Em seguida os alunos deverão responder às perguntas feitas pelo professor a partir da problemática a fim de solucionar o problema. Após esta etapa, deverá ser iniciada a sistematização, contextualização e finalmente a avaliação escrita.	Compreender 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.

¹⁰ Momento de reflexão/discussão.

5 e 6	100	Garrafa a jato	Demonstração investigativa. Neste experimento os alunos deverão ser levados para um ambiente amplo, seguro e arejado, pois será usado combustão de etanol para realizar o experimento. No local apropriado e já com o aparato montado o professor deve apresentar os materiais e enunciar o problema. Em seguida o professor deve começar a questionar os alunos para levantarem hipóteses para posterior testagem. Após as perguntas deverá ser realizada a experiência, sempre conduzida pelo professor. Finaliza a prática, os alunos deverão ser levados para a sala de aula e formada a roda de conversas, assim o professor deverá iniciar a sistematização, depois a contextualização e pôr fim a avaliação escrita.	Compreender o princípio da Ação e Reação - Terceira Lei de Newton, e a partir de suas observações compreender este princípio através do movimento da garrafa a jato. O experimento deverá ser conduzido de maneira que os alunos compreendam a necessidade da ação de uma força em sentido contrário ao movimento que se deseja realizar, e assim, entender que toda ação gera uma reação.
7 e 8	100	Lançador duplo de projéteis	Demonstração investigativa. Para iniciar a atividade o professor deverá organizar a turma em um círculo ou semicírculo na própria sala de aula, apresentar o equipamento e na sequência enunciar o problema. Em seguida o professor deverá fazer perguntas aos alunos a fim de que eles deem soluções para o problema. Posteriormente será iniciada a etapa de solução do problema e o professor deve começar ainda na mesma roda de conversa realizando a sistematização e depois a contextualização. Finalmente, após estas etapas, o professor irá propor a avaliação escrita.	Compreender que uma força resultante aplicada em um corpo pode ser o resultado de uma ou mais forças aplicadas numa mesma direção ou direções diferentes.
9 e 10	200	O júri simulado	O júri simulado não é considerado uma atividade investigativa propriamente dita, mas um tipo de role-play. Para organizar o trabalho de cada grupo eles devem ser orientados sobre a função de cada parte, qual a problemática a ser julgada. Para realizar esse momento os alunos deverão ser divididos, uma semana antes, nos grupos de acusação, defesa, jurados, jornalistas e juiz em uma aula de 50 minutos. Os alunos terão sete dias para se prepararem, após alguns dias de dividir os grupos, o professor deve reunir a turma em mais uma aula de 50 minutos para tirar dúvidas. No dia do julgamento eles vão dinamizar a seção do júri conduzida pelo juiz. Depois de concluído o júri os alunos devem participar de uma roda de conversa para tratar de assuntos relacionados à Ciência. No final, como forma de avaliar a atividade, os alunos deverão responder um questionário sobre a atividade e dar um feedback sobre o processo que foram submetidos.	Criar um ambiente de discussão, estimular o protagonismo do aluno, de uso da linguagem científica e dos conceitos abordados durante as atividades dessa SEI, promovendo nos alunos maior autonomia para resolver problemas, melhorando o poder argumentativo, colaborativo, reflexivo e crítico. Nesse sentido, os alunos devem ser capazes de fazer uso da argumentação demonstrando o significado de resistência do ar e força, usadas de forma apropriada. Também devem ser capazes de diferenciar o conceito de massa e peso, a relação do tempo de queda dos objetos e essas características, além de expressar sua capacidade de debater, posicionar-se, defender ideias, observar e questionar sobre temas de ciências.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Para a construção dos experimentos, que fazem parte da SEI, utilizamos materiais de fácil acesso e de baixo custo. Alguns dos experimentos, como a máquina de Atwood e o lançador duplo de projéteis, não foram confeccionados pelo pesquisador, devido à sua complexidade e também por estarem disponíveis nos laboratórios do colégio e/ou do Instituto Federal de Goiás - IFG.

3.4.1 Primeiro momento: queda livre dos corpos

Para conduzir a atividade de queda livre, o seguinte problema foi enunciado: “Como fazer uma folha de papel e um livro, soltos de uma mesma altura, chegarem ao chão ao mesmo tempo?”.

Para a realização da atividade experimental, foram utilizados os seguintes materiais: folhas de papel A4, cortadas ao meio; e um livro didático (Figura 2).

Figura 2- Foto dos materiais utilizados no experimento de queda livre



Fonte: Acervo do autor, 2022.

O objetivo desta atividade investigativa foi conduzir os estudantes à compreensão do conceito de movimento vertical de um objeto em situação cotidiana de queda, envolvendo a presença da força de resistência do ar, mas na qual a resistência do ar pudesse ser reduzida, aproximando-se assim de uma situação de queda livre.

Para a resolução deste problema, os alunos podem colocar a folha de papel em baixo ou em cima do livro, de forma a minimizar os efeitos da resistência do ar sobre ela. Uma outra

solução possível é amassar a folha de papel, formando uma pequena bolinha, mas dependendo da altura em que esta folha e o livro forem soltos a resistência do ar não pode ser desprezada, provocando assim um atraso na queda da folha.

Abordar essa temática pode auxiliar na compreensão das Leis de Newton, ao tratar da força de resistência do ar, cujos efeitos podem ser observados durante a queda dos objetos. Afinal, na maioria das situações vivenciadas pelos alunos, a resistência do ar provoca efeitos que os levam a acreditar que a diferença entre os tempos de queda dos corpos estão relacionados à diferença entre suas massas e não à suas formas, ou seja, corpos mais pesados caem mais rapidamente. Com esse experimento os alunos têm a oportunidade de elucidar e compreender a força de resistência do ar e seus efeitos sobre o movimento dos corpos, constatando que objetos de massas diferentes podem chegar juntos ao solo, desde que os efeitos da resistência do ar possam ser desprezados.

Para a solução do problema foram necessários cerca de 5 minutos, suficientes para a testagem de hipóteses e resolução do problema. Findado esse prazo, organizamos os alunos em um semicírculo, para uma roda de conversa destinada à sistematização coletiva do conhecimento. Iniciamos esta roda de conversa com a seguinte pergunta: 1) Como vocês fizeram para fazer com que o papel chegasse no chão ao mesmo tempo que o livro? Essa questão tem como objetivo nortear os alunos na tomada de consciência de como eles conseguiram solucionar o problema.

Na sequência, depois que todos os alunos participarem voluntariamente da etapa do “como”, passamos às perguntas relacionadas ao “por que”: 1) Por que amassando o papel e soltando junto com o livro eles chegam ao mesmo tempo no chão? 2) Por que ao colocar o papel debaixo do livro eles chegam juntos ao chão? 3) Por que ao colocar o papel em cima do livro eles chegam juntos ao chão? Essas perguntas têm o objetivo de levar os alunos a apresentarem explicações causais do por que de sua ação ter solucionado o problema.

Após encerrar a sistematização do conhecimento, e mantendo os alunos no semicírculo, passamos para a atividade de contextualização, contando uma história, escrita por Hewitt (2015, p.49), sobre Galileu Galilei e suas contribuições a respeito do movimento de queda livre dos corpos (Anexo III). Esta etapa teve uma duração de aproximadamente 5 minutos. Na sequência foi projetado um vídeo que mostra a queda de uma bola de boliche e algumas penas (FOUR, 2014), com duração de aproximadamente 4 minutos. Nesse vídeo os alunos podem visualizar a queda de objetos de massas diferentes em uma situação com presença do ar e numa câmara de vácuo, constatando que na ausência da resistência do ar ambos caem ao mesmo tempo. A discussão e reflexão sobre o vídeo foi conduzida pelo

professor, utilizando as seguintes perguntas: 1) Por que 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? 2) Por que, mesmo com o ar na sala de aula, o papel amassado e o livro caíram ao mesmo tempo? 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?

Ainda com a intenção de contribuir para a compreensão do fenômeno visualizado no vídeo, formulamos as perguntas: 1) O que acontece com a velocidade dos corpos a medida em que eles caem? 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? 4) Como o ar age sobre o corpo para limitar sua velocidade? Durante as respostas a essas perguntas é importante que o professor se atente aos argumentos, pois possibilitará verificar os conhecimentos adquiridos por eles sobre a importância e os efeitos do ar sobre o movimento dos corpos.

A fim de se aprofundar um pouco mais sobre a temática da resistência do ar, propomos mais algumas perguntas: 1) Será que no nosso dia a dia, o efeito da resistência do ar é sempre prejudicial? 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? 4) Por exemplo, no caso de uma chuva, vocês já imaginaram como as gotas d'água chegariam até nós? 5) Será que elas nos machucariam? 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? 8) Como poderíamos calcular essa velocidade? Após o diálogo provocado por esses questionamentos, fizemos no quadro os cálculos da velocidade aproximada que a gota de chuva chegaria ao solo se não houve a resistência do ar, e prosseguiu para a última parte da atividade.

Na última etapa, apresentamos a figura de um paraquedista (Figura 3) e de um carro que utiliza paraquedas para diminuir sua velocidade (Figura 4). A partir dessas imagens fizemos as seguintes perguntas: 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?

Figura 3 - Paraquedista

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

Figura 4 - Carro com paraquedas

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

Ao finalizar esse primeiro encontro, entregamos uma folha de papel A4 em branco a cada um dos alunos e solicitamos que eles fizessem um relato do que foi trabalhado na atividade, o que aprenderam e o que mais lhes chamou a atenção.

3.4.2 Segundo momento: máquina de Atwood

Essa atividade consiste de uma demonstração investigativa, pois tínhamos apenas um equipamento a disposição, o que não permitia o seu manuseio pelos grupos de alunos. O dispositivo é conhecido como máquina de Atwood, que é composto por: um suporte de 50 cm de altura; duas roldanas (mas pode usar apenas uma); 60 cm de barbante; dois ganchos; e três pesos de mesma massa (Figura 5). A atividade foi desenvolvida em duas aulas de 50 minutos cada.

Figura 5 - Máquina de Atwood e pesos

Fonte: Acervo do autor, 2022.

O objetivo desta atividade é fazer com que os alunos compreendam a existência de forças para equilibrar um corpo e que um sistema de polias móveis é capaz de reduzir o esforço necessário na realização de tarefas do dia a dia. Neste tipo de experimento é possível abordar conceitos que remetem à primeira Lei de Newton, quando tratarmos de situações que envolvem equilíbrio estático, fazendo com que os alunos entendam que forças iguais em sentidos opostos sempre vão se cancelar, mantendo os objetos em repouso. Também é abordado os conceitos da segunda Lei de Newton, ao tratarmos do movimento acelerado de objetos, devido à ação de forças que apresentam resultante diferente de zero. Por fim, é trabalhado também o conceito de polias aplicadas em algumas situações do cotidiano, mostrando para os alunos que elas são instrumentos capazes de produzir conforto na realização de tarefas, ao levar um objeto para o alto, puxando-o para baixo e não para cima. Além de abordar situações em que a utilização de várias polias, em um arranjo específico, reduz os esforços realizados.

A primeira Lei de Newton é observada no momento em que pesos iguais são colocados no aparato, indicando uma situação de equilíbrio. A Segunda Lei de Newton é verificada no momento que são colocados pesos de massas diferentes, o que provoca uma força resultante sobre o sistema, produzindo uma aceleração não nula nos objetos.

Para a realização dessa atividade, organizamos os alunos em um semicírculo na sala de aula, e, em seguida, apresentamos o equipamento e enunciamos o problema: Como fazer para que pesos de massas iguais fiquem parados quando colocados em alturas diferentes?

A atividade teve início com a seguinte pergunta: 1) O que acontece se colocarmos pesos de massas diferentes na mesma altura e soltar os objetos? Após as respostas dos alunos, colocamos pesos diferentes e liberamos o aparato. Em seguida, fizemos as perguntas: 1) O que está causando o movimento desses objetos? 2) Por que o mais pesado desce? 3) O que essa força está fazendo para movimentar os pesos? 4) Como fazer para que eles fiquem parados? 5) Se estiver com pesos iguais, onde eu devo soltá-los para ficarem parados? Depois das respostas a estes questionamentos, fizemos uma nova pergunta: 6) O que acontecerá se colocarmos dois pesos iguais em alturas diferentes? Depois da interação com os alunos, colocamos os pesos e liberamos o aparato, demonstrando que ele ficava imóvel seja lá qual posição fosse liberado.

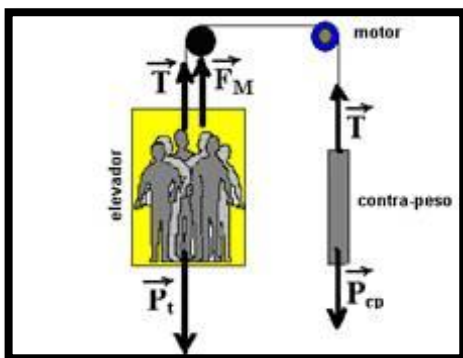
Na sistematização coletiva fizemos as seguintes perguntas: 1) Como foi feito para que os pesos se movimentassem ao serem soltos? 2) Como conseguimos manter o sistema de pesos em equilíbrio em qualquer posição? Após a interação com os alunos, passamos para a etapa de explicações causais, fazendo as seguintes 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? Para esta etapa foi necessário disponibilizar 30 minutos.

Para a etapa de contextualização, nós perguntamos aos alunos se eles sabem onde as roldanas são usadas no dia a dia. Neste momento, os alunos relataram o seu uso na construção, na “obra”, o que possibilitou mostrarmos algumas figuras de roldanas usadas na construção civil, que havíamos preparado previamente. Em seguida, fizemos os seguintes questionamentos: 1) Por que um pedreiro prefere usar roldanas para transportar a massa para o alto de uma casa, em vez de simplesmente usar uma corda (sem a roldana) para puxar o balde para cima. 2) O uso dessa roldana facilita o trabalho do pedreiro? Como isso acontece? 3) A força que o pedreiro precisa aplicar na corda usando a roldana é diferente da que necessitaria se não usasse a roldana? Estas perguntas permitem aos alunos refletirem e concluir que o uso de uma roldana simples facilita o trabalho do pedreiro, ao mudar a direção da força aplicada, mas não altera a intensidade dessa força.

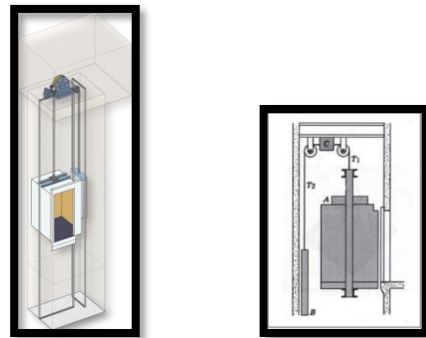
Ainda na etapa da contextualização, questionamos os alunos sobre como um elevador consegue exercer grande força para levar as pessoas e a cabine para cima, propondo as seguintes perguntas: 1) Vocês sabem dizer como um elevador funciona? 2) No caso do pedreiro, alguém precisa puxar de um lado da corda para que a carga consiga subir, no elevador isso também acontece? 3) Como é possível o motor de um elevador puxar quase 800 kg? 4) O motor do elevador precisa ser muito potente? 5) Como podemos fazer para que a força exigida do motor para movimentar a cabine seja diminuída? 6) Vocês sabem o que é um contrapeso? Depois de um breve tempo de diálogo com os alunos, apresentamos algumas imagens do funcionamento de um elevador (Figura 6 e Figura 7).

Figura 6 - Elevador com contrapeso e indicação dos vetores



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

Figura 7 - Esquemas de um elevador com contrapeso



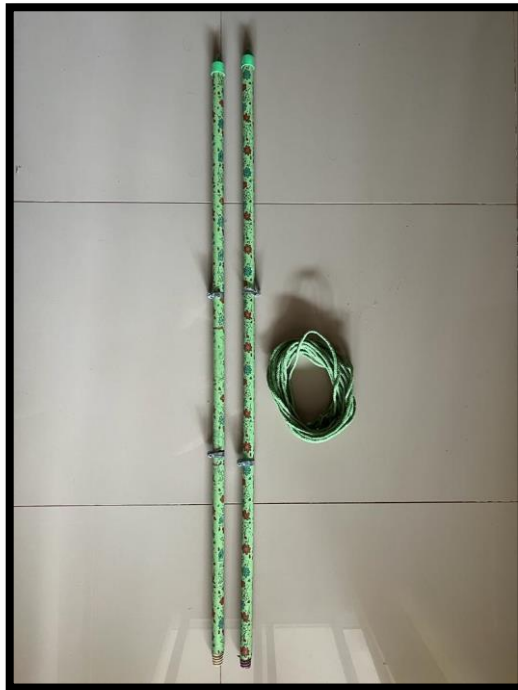
(A) imagem em 3D (B) imagem em 2D

Fonte: (A) <https://images.app.goo.gl/7GT3Ubj3TCWTCStz6;>
(B) <https://images.app.goo.gl/cF9mKL5z6b7WV2Nj7>

Depois desse momento, convidamos os alunos para realizarem um segundo experimento, conhecido como “Moitão”, com o intuito de conduzi-los a um novo momento de prática experimental e verificar a aplicação, em situação cotidiana, dos conceitos aprendidos nas etapas que a antecederam.

Para a construção do moitão foram utilizados: dois cabos de vassoura; 10 metros de corda; e 2 braçadeiras de metal (Figura 8). Para esta atividade, os estudantes escolheram cinco alunos, sendo quatro que eles consideravam ser “fortes” e um “fraco”. A situação teve como questão problematizadora: Seria possível que esse único aluno “mais fraco” seja capaz de vencer os quatro “fortões” em um cabo de guerra? Após a conclusão do experimento foi realizado um breve diálogo com os alunos, a partir das seguintes perguntas: 1) Qual a diferença entre o sistema dos cabos de vassoura e a roldana utilizada pelo pedreiro? 2) A força aplicada pelo aluno desafiado foi menor, maior ou igual à dos quatro “fortões”? Esta etapa teve uma duração total de 30 minutos.

Figura 8 - Material para montagem do moitão



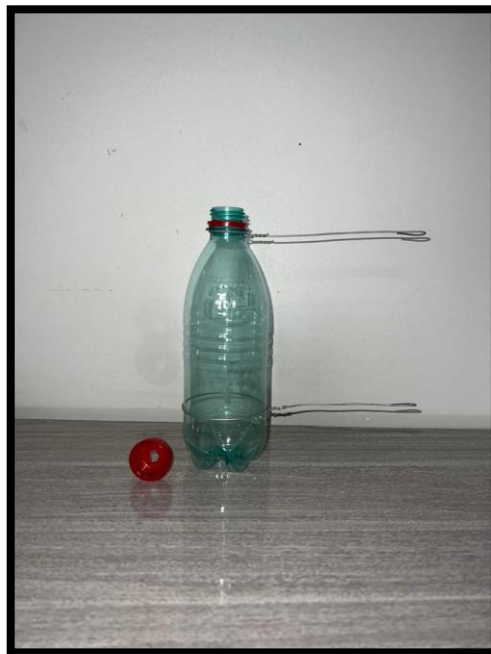
Fonte: Acervo do autor, 2022.

Após o término da atividade, os alunos receberam uma folha de papel para que pudessem fazer o relato do que observaram e aprenderam com a atividade realizada. Para a produção escrita foi destinada um tempo de aproximadamente 20 minutos.

3.4.3 Terceiro momento: garrafa a jato

A terceira atividade, denominada “garrafa a jato” (Figura 9), é também do tipo demonstração investigativa, pois foi utilizado fogo e álcool. Para montar o equipamento foram necessários os seguintes materiais: uma garrafa pet de 500 ml; 15 metros de fio de nylon (linha de pesca); dois pedaços de arame de 30 centímetros cada; álcool; um borrifador; e um isqueiro. A aplicação desta atividade aconteceu em duas aulas de 50 minutos cada. Nesta atividade os alunos observaram o lançamento da garrafa pet, simulando um foguete ao ser lançado para o espaço.

Figura 9 - Foto da Garrafa a jato



Fonte: Acervo do autor, 2022.

Esta atividade tem o objetivo de fazer com que os alunos compreendam o princípio da Ação e Reação - Terceira Lei de Newton. Eles também devem compreender a necessidade da ação de uma força, em sentido contrário ao movimento, para que o objeto receba outra força no sentido do seu movimento, de forma a perceberem que toda ação produz uma reação.

Todo o equipamento foi montado previamente na quadra de esportes. Escolhemos esse local por ser um ambiente amplo, arejado e seguro para os alunos. Para a realização do experimento, os alunos foram organizados em torno do aparato, a uma distância aproximadamente de quatro metros, de forma a garantir a segurança de todos. Na sequência foram apresentados os materiais e verbalizada a seguinte questão problematizadora: Como

podemos fazer para que uma garrafa se movimente de uma extremidade a outra de um fio sem tocá-la? Antes de realizarmos qualquer ação sobre os objetos dos experimentos, fizemos alguns questionando os alunos, de forma que eles pudessem apresentar suas hipóteses: 1) O que acontece se borrifar álcool dentro da garrafa e colocar fogo no vapor de álcool? 2) O que a combustão do álcool produz dentro da garrafa? 3) Para que serve o furo na tampa? 4) Quando esse ar sair, o que acontecerá com a garrafa? 5) Para que lado a garrafa se movimentará?

Finalizada a parte experimental, retornamos para a sala de aula e organizamos os alunos em um semicírculo, para a etapa da sistematização coletiva. Para isso, fizemos as seguintes perguntas: 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? Depois da tomada de consciência (etapa do “como”) passaram para a etapa de explicações causais (etapa do “por que”): 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? A etapa de sistematização teve uma duração aproximada de 30 minutos.

Depois da sistematização, iniciamos a atividade de contextualização, com as seguintes perguntas: 1) Como se faz para que um foguete, pesando muitas toneladas, seja lançado ao espaço? 2) Qual o sentido da força que deve ser aplicada no foguete para ele subir? 3) Qual o sentido da força do fogo que sai do foguete? Após o diálogo entre os participantes, projetamos um vídeo de um foguete sendo lançado para o espaço (KENNEDY, 2013), seguido das seguintes perguntas: 1) Para que serve aquele fogo que sai do foguete? 2) Se o foguete irá subir, por que o fogo e os gases precisam sair para baixo? 3) O que o fogo e os gases precisam produzir sobre o foguete para ele subir? 4) Qual o sentido dessa força? 5) Se o fogo e os gases saem do foguete para baixo, como eles produzem uma força para cima? 6) Como o foguete continua subindo mesmo quando não há mais o contato com o chão? 7) Qual a influência do ar atmosférico sobre o movimento? O que precisa acontecer para que a resistência do ar não impeça que o foguete continue a subir?

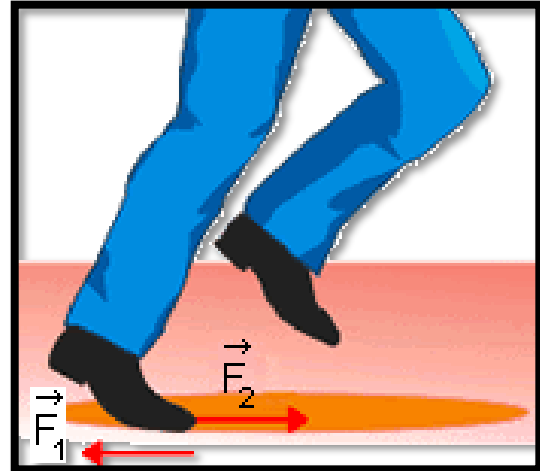
Finalizada essa roda de conversa, utilizamos imagens de um barco a remo (Figura 10) e de uma pessoa andando (Figura 11), para auxiliar na compreensão conceitual da terceira Lei de Newton. Neste caso, utilizamos as seguintes questões: 1) Como a pessoa pode fazer para movimentar o barco? 2) Quando o barqueiro empurra a água para trás, qual o sentido do movimento do barco? 3) O que uma pessoa precisa fazer para andar? 4) Se ela deseja andar para a direita, o que ela precisará fazer? Esta contextualização teve uma duração de 30 minutos.

Figura 10 - Barco a remo



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

Figura 11 - Pessoa andando



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

Finalizada a roda de conversa, entregamos aos alunos uma folha de papel para que eles fizessem suas produções escritas, descrevendo aquele momento que vivenciaram durante a atividade. Esta etapa teve uma duração de 20 minutos.

3.4.4 Quarto momento: lançador duplo de projéteis

Esta atividade também se constitui numa demonstração investigativa, pois tínhamos à disposição apenas um aparato, que foi emprestado do laboratório de Física do IFG-Câmpus Jataí. O experimento é composto por: um lançador duplo de projéteis, com duas esferas de metal (Figura 12); um smartphone; um computador; e um projetor multimídia. O smartphone foi usado para gravar o disparo das esferas, bem como seus movimentos, de forma que pudéssemos projetá-los em câmera lenta, com o auxílio do computador e do Datashow. A projeção em câmera lenta é útil para que os alunos possam observar atentamente o movimento das esferas e constatar que ambas chegam ao solo ao mesmo tempo. Este experimento foi realizado em duas aulas de 50 minutos cada, e nas mesmas condições das atividades anteriores. Esta proposta pedagógica tem como objetivo fazer com que os alunos compreendam que uma força resultante aplicada em um corpo é o resultado da soma vetorial de uma ou mais forças aplicadas sobre o corpo, podendo elas estarem em uma mesma direção ou direções diferentes.

Figura 12 - Lançador duplo de projéteis e esferas de metal



Fonte: Acervo do autor, 2022.

Neste experimento os alunos puderam avaliar a primeira e a segunda Leis de Newton e o movimento parabólico. A primeira Lei de Newton (Lei da Inércia) é observada no momento inicial, quando as esferas estavam em repouso e ao longo do movimento horizontal da esfera que foi lançada e desenvolveu uma velocidade constante nesta direção. A segunda Lei de Newton (Princípio Fundamental da Dinâmica) é observada no movimento vertical de ambas esferas e também no momento inicial, quando uma delas recebe uma força horizontal, que em conjunto com a força vertical são responsáveis pela sua trajetória parabólica.

Antes de iniciar a atividade, organizamos os alunos em um semicírculo, apresentamos o equipamento para eles e enunciamos o problema: “Quem chega no chão primeiro, a bolinha que será solta ou a bolinha que será lançada?”. Neste momento, os alunos são instados a apresentarem suas hipóteses, justificando-as segundo sua compreensão.

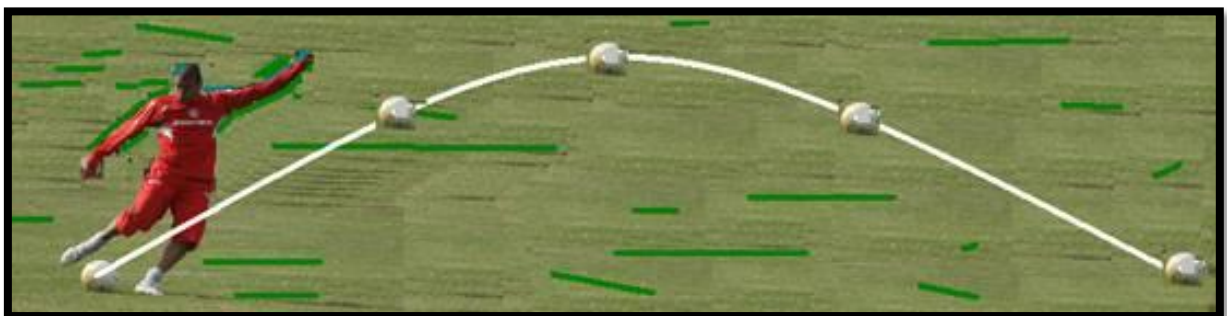
Em seguida, o professor fez perguntas aos alunos de modo que eles dessem soluções para o problema. Ao falarem que a esfera que vai cair chegará primeiro, o professor perguntou: 1) Por que a esfera que cai na vertical chegará primeiro? 2) Por que a esfera que foi lançada chegará no chão depois? Finalizado o diálogo com os alunos, o professor realiza o experimento, colocando o smartphone para gravar em câmera lenta. Em seguida, o professor organiza o vídeo e projeta-o para os alunos assistirem.

Após projetar o vídeo em câmera lenta, inicia-se a etapa de sistematização com os seguintes questionamentos: 1) Como foi o movimento das esferas? 2) Como foi feito para que

elas tivessem movimentos diferentes? Depois da tomada de consciência de como os movimentos ocorreram, fizemos as seguintes perguntas: 1) Por que as esferas caem no chão? 2) Quem é o responsável por fazê-las virem ao chão? 3) Quem está provocando essa força? 4) Há alguma força a mais atuando nas esferas? 5) No momento do lançamento, imediatamente após saírem do aparato, como é a velocidade de cada uma delas? 6) Por que elas tocam o solo ao mesmo tempo? 7) Se elas chegam ao solo ao mesmo tempo, por que uma das bolinhas percorre uma distância maior que a outra? 8) Qual a diferença entre os lançamentos que faz com que ela percorra uma maior distância?

Finalizada a etapa da sistematização, iniciamos a contextualização, apresentando a imagem de um jogador de futebol chutando uma bola e sua trajetória durante o movimento (Figura 13). Em relação a esta figura, fizemos as seguintes perguntas: 1) Como é o movimento das bolas de futebol, quando chutadas para cima até o outro lado do campo? 2) Por que esse movimento acontece? 3) Durante a subida e a descida da bola, o que acontece com a sua velocidade? 4) O que faz a bola ir para a frente, quem provoca esse movimento? 5) Se durante o movimento, o pé do jogador não tem mais contato com a bola, não aplicando força nela, como é possível a bola continuar se movimentando para frente? 6) Por que a bola para de seguir em frente? 7) O que faz a bola retornar ao chão? 8) Se o jogador estivesse num local que não tivesse gravidade, como seria a trajetória da bola? 9) A velocidade da bola se alteraria durante esse movimento? Por quê? 10) Durante o movimento da bola, qual a influência do ar sobre ela? 11) Qual a relação dessa situação com as outras atividades realizadas anteriormente (cite-as)?

Figura 13 - Jogador de futebol e bola descrevendo movimento parabólico



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

Após essas etapas, entregamos uma folha de papel para cada aluno e solicitamos que fizessem uma produção escrita, relatando o que aprenderam com a atividade desenvolvida.

3.4.5 Quinto momento: o júri simulado

Embora a atividade de Júri Simulado seja uma atividade do tipo *role-play*, ela faz uso de uma problemática e possibilita o desenvolvimento da capacidade argumentativa dos alunos. O objetivo desta atividade é estimular o protagonismo dos alunos e o uso da linguagem científica e dos conceitos abordados durante as atividades anteriores, promovendo neles maior autonomia para resolver problemas, melhorando o poder argumentativo, colaborativo, reflexivo e crítico. Nesse sentido, os alunos devem ser capazes de fazer uso da argumentação, demonstrando o significado de resistência do ar e de força, e usando-os de forma apropriada. Também devem ser capazes de diferenciar o conceito de massa e peso, e a relação do tempo de queda dos objetos com diferentes massas e formas. Além disso, os alunos devem ser capazes de expressar sua capacidade de debater, posicionar-se, defender ideias, observar situações e questionar sobre temas de ciências.

Para a realização desta atividade, os alunos foram divididos em quatro grupos de trabalho (Quadro 6), respeitando a opção pessoal de cada um, sendo cada grupo com uma atribuição distinta. Para esse primeiro momento de organização da atividade o professor disponibilizou 20 minutos para explicar a atividade, 20 minutos para dividir os grupos e 10 minutos para elucidar as dúvidas dos alunos.

Como situação problematizadora a ser julgado no tribunal, elaboramos a seguinte questão: 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. Qual dos dois cientistas está correto em sua afirmação?

Quadro 6 - Distribuição dos grupos de trabalho do júri simulado

Grupo	Atuação	Quantidades de alunos	
1	Acusação	Advogados	2
		Testemunhas	3
2	Defesa	Advogados	2
		Testemunhas	3
3	Jurados	7	
4	Jornalistas	3 em cada grupo	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

A organização das cenas da etapa de julgamento no júri simulado aconteceu conforme descrito no Quadro 7.

Quadro 7 - Organização e roteiro da etapa de julgamento no júri simulado

Cena	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	Alegações finais da acusação	5
6	Alegações 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, 2022.

Depois de dividir os grupos, explicando suas funções, os alunos tiveram uma semana para se prepararem para o dia do julgamento. Durante essa semana o professor disponibilizou uma aula de 50 minutos para que eles pudessem tirar suas dúvidas quanto à organização do júri simulado e alinhar as falas dos integrantes de cada grupo. Para esclarecer as dúvidas dos alunos dentro da sala de aula, o professor deu 10 minutos. Na sequência ele pediu para que os grupos se reunissem em pontos diferentes dentro da escola para que pudessem conversar e organizar suas falas, para isso ele disponibilizou os 40 minutos restantes.

Então o julgamento foi realizado na data e horário marcado para realização da atividade, no auditório do colégio que foi organizado conforme indicado na Figura 14. Durante o julgamento os alunos fizeram questionamentos, apresentaram experimentos, vídeos e fizeram uso da argumentação durante seus discursos. Depois desse momento de debate, os jurados se reuniram fora do tribunal para tomarem sua decisão.

Após quinze minutos, os jurados retornaram e foi feita a leitura da sentença pelo presidente do júri, aluno escolhido para fazer o anúncio da decisão. Em seguida, o juiz dá o veredito a favor de Galileu. Nessa etapa, os alunos que constituem o grupo dos jurados tomaram a decisão levando em conta as provas apresentadas pela defesa de Galileu.

Figura 14 - Salão do julgamento no júri simulado



Fonte: Acervo do autor, 2022.

Para oportunizar um momento de reflexão e discussão de ideias sobre a atividade de júri simulado, e seu objetivo enquanto ferramenta pedagógica, após a etapa do julgamento foi realizada uma roda de conversa com os alunos para tratar dos temas: 1) dificuldade de alteração de uma teoria que seja amplamente conhecida e defendida pela comunidade; 2) o conhecimento científico não é imutável; e 3) o poder da argumentação na defesa de um conhecimento científico. Para essa roda de conversa, os alunos retornaram para a sala de aula, e o professor fez alguns questionamentos no intuito de verificar as percepções deles sobre o processo de construção do conhecimento a que foram submetidos. Para esse momento de reflexão o professor destinou 10 minutos.

Finalmente, depois da roda de conversa, os alunos tiveram 10 minutos para responder um questionário (Anexo II), dando um feedback sobre a atividade.

4 RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo apresentamos os resultados do desenvolvimento da SEI: “Uma sequência de ensino por investigação para o ensino médio: Leis de Newton” e a análise dos dados obtidos da realização das atividades. O início do trabalho de análise se deu a partir da categorização das falas transcritas das gravações de áudio e vídeo. A análise das produções escritas dos alunos consta em uma subseção específica, no intuito de se buscar uma conexão entre elas e as falas proferidas em cada atividade. A análise desses textos permitiu constatar uma relação entre o ensino-aprendizagem dos alunos, em especial de alguns que participaram pouco ou nada durante as rodas de conversas.

4.1 Atividade 1: queda livre dos corpos

A atividade de queda livre foi iniciada com o professor entregando os materiais e enunciando o problema: Como fazer uma folha de papel e um livro, soltos de uma mesma altura, chegarem ao chão ao mesmo tempo? Rapidamente todos os grupos conseguiram resolver o problema, apresentando pelo menos uma solução para o desafio, enquanto alguns já tinham testado duas ou três formas distintas. Dentre as soluções, observou-se com maior frequência a ação de colocar o papel por baixo do livro, ou de amassá-lo ou dobrá-lo e soltando-o do lado do livro. Então, ao chamarem o professor para observar sua tentativa de solução e confirmando sucesso, o professor pediu que eles continuassem tentando para ver se existia mais possibilidades.

Durante esse processo de solução do problema, o professor passou pelos grupos questionando-os se não haveria outra solução possível, e orientando-os para que utilizassem apenas os materiais entregues aos grupos (a folha e o livro). Por exemplo, eles foram orientados a não utilizar um clipe para prender o papel ao livro, e também para que não colocassem o papel dentro do livro.

O grupo 5 até o quarto minuto só havia conseguido solucionar o problema de uma única forma, colocando o papel por baixo do livro. Antes de finalizar o tempo da atividade, o grupo 5 havia conseguido mais duas maneiras de resolver o problema.

Na resolução do problema, os grupos identificaram três formas distintas de solução, sendo elas: colocando o papel por baixo do livro, vislumbrado por todos os grupos; colocando o papel por cima do livro, vislumbrado por dois grupos, embora fosse perceptível a

impressão de que eles não compreenderam o porquê de aquela solução ter dado certo; amassando o papel e soltando junto com o livro, vislumbrado por quatro grupos.

Nesta etapa da atividade não foi possível captar as falas dos grupos na filmagem, pois eles ficaram espalhados pela sala e o equipamento não foi capaz de gravar o áudio de todos, apenas dos grupos próximos dele.

4.1.1 Sistematização do conhecimento da atividade 1: o “como” e o “por quê”

Finalizada a etapa de solução do problema, os materiais foram recolhidos e os alunos organizados em um semicírculo, para dar início à etapa de sistematização coletiva dos conhecimentos.

Nesse diálogo de tomada de consciência das ações realizadas (Quadro 8 – turnos 2 a 8), os estudantes não se limitaram apenas a apresentar o “como” fizeram para solucionar o problema, apresentando também algumas justificativas para que sua ação tivesse êxito, ou seja, já antecipando a etapa do “porque”.

Quadro 8 - Sistematização do conhecimento – atividade 1

Turno	Falas transcritas	Categorias evidenciadas
2	P: Como vocês fizeram para fazer com que o papel chegasse no chão ao mesmo tempo que o livro?	--
3	A6: A gente dobrou a folha de papel para que ela ficasse com o peso equivalente ao do livro e chegasse ao mesmo tempo.	B e C
4	A2: Coloquei a folha de papel por baixo do livro ai quando ela descia o vento empurrava a folha e grudava no livro e chegava ao mesmo tempo.	C
5	A5: Coloquei a folha por cima do livro.	A
6	A14: Na teoria a gente tava tentando colocar mais peso na folha pra ela descer junto.	B
7	P: Vocês concordam que amassar o papel na forma de uma bolinha aumenta a massa dela?	--
8	A2: Não, mas aumenta a velocidade. A aerodinâmica da bolinha ajuda.	A
9	P: Por que amassando o papel e soltando junto com o livro eles chegam ao mesmo tempo no chão?	--
10	A5: Por que fica mais leve.	B
11	A3: Por que quando você solta a folha o ar faz uma pressão com que a folha demora mais para cair e amassando a gente diminui o espaço para o ar segurar a folha.	C
12	P: Por que ao colocar o papel em baixo do livro eles chegam juntos no chão?	--
13	A17: O peso do livro joga o papel para baixo.	C
14	A5: O livro faz uma pressão no papel	C
15	P: Por que colocando o papel em cima do livro eles chegam juntos no chão?	--
16	A5: A pressão é a mesma.	C
17	A2: Eu esfreguei papel no cabelo e gerou energia estática e ele grudou no cabelo.	A
18	P: Quem fez essa experiência de colocar o papel por cima além do aluno A2, também esfregou no cabelo?	--

19	Alunos: Não.	--
20	P: Se a massa aumentasse quando amassasse o papel, de onde viria essa massa extra?	--
21	A11: Da gravidade!	B
22	P: Quando vocês estão em pé sua massa é uma, se você agachar sua massa fica maior?	--
23	Alunos: Não.	--
24	P: A massa não pode vir do nada!	--
25	A3: Quando a folha está sozinha tem muito ar acumulado embaixo dela, quando ela está em cima do livro não tem esse ar segurando ela.	C e F
26	A2: A densidade do ar diminui em baixo da folha.	B
30	P: Se soltarmos a folha de papel e o livro de uma altura maior, eles cairiam no chão ao mesmo tempo?	--
31	A2: Depende da altura. Acho que não.	C
32	A2: Se a folha estiver por baixo ou por cima, sim.	E
33	A10: Se ele estiver por cima talvez não, mas se estiver por baixo eu acho que sim.	D

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Além disso, é possível observar, nesse primeiro episódio, que diante da pergunta enunciada pelo professor (turno 2), os alunos de imediato começaram a levantar **hipóteses** que os levaram a solucionar o problema. Dessas hipóteses, podemos destacar a fala de A6, ao dizer que ele dobrou o papel para que ele “ficasse com o peso equivalente ao do livro” (turno 3), demonstrando que ele ainda não tem a certeza de o porquê de suas ações terem logrado êxito, além de ser uma ideia comumente apresentada por outros alunos. Nessa parte do diálogo, observa-se que alguns alunos têm a ideia de que o objeto que chega no chão primeiro tem uma massa maior, e que, ao se alterar a forma da folha, ela chega ao chão junto com o livro porque sua massa ficou igual à do livro, o que nos indica a presença de conhecimento prévio. Ou seja, esses alunos acreditam que o formato do objeto está diretamente relacionado à sua massa. No turno 4, A2 afirma que colocou “[...] a folha de papel por baixo do livro aí quando ela descia o vento empurrava a folha e grudava no livro e chegava ao mesmo tempo”. Esta fala traz não apenas o “como” A2 procedeu para resolver o problema, mas apresenta também **explicações causais** do porquê obteve êxito em sua ação, ao afirmar que o vento empurra a folha de forma que ela grudasse no livro, empurrando-a até o chão. Também nos turnos 3, 6 e 10 fica evidente o levantamento de hipóteses ao tentar supor “mudanças de pesos na folha” ou que a “aerodinâmica da bolinha poderia ter influenciado” para o resultado positivo na solução da problemática. No turno 8, A2 afirma que a aerodinâmica da bolinha de papel contribui para que ela chegue no chão mais rapidamente, o que se caracteriza como sendo um **conhecimento prévio**. Essa ideia condiz com a realidade e através da discussão o aluno conseguiu entender que mudando a forma do papel, a massa não se altera e mesmo com forma diferente os objetos podem chegar no chão ao mesmo tempo. Além disso, A2

demonstra **compreensão do fenômeno** quando se refere ao aumento de velocidade do papel ao alterar seu formato e quando relaciona esse ganho de velocidade à mudança da “aerodinâmica”, e não à mudança de sua massa. De acordo com Carvalho (2013), nessa etapa da roda de conversa os alunos são conduzidos à compreensão dos procedimentos realizados por eles e que deram certo.

Nesse sentido também vale lembrar que, de acordo com Carvalho (2013), os conhecimentos prévios dos alunos (turno 8 e 17) são importantes para que eles possam elaborar “estratégias” para resolver o problema. No turno 17, A2 apresentando conhecimentos adquiridos em outras situações, como é o caso da energia estática produzida ao se esfregar o papel no cabelo. Essas atitudes, são importantes para que o aluno construa seu conhecimento a partir de conhecimentos que já possui, dando sentido a ele.

Dando continuidade à atividade de sistematização do conhecimento, no Quadro 8 o professor questiona os alunos sobre o “por quê” daquela sua ação ter conseguido solucionar o problema, o que leva os alunos à busca por **explicações causais** sobre os efeitos observados. As falas do Quadro 8 nos levam a compreender que os alunos começam a perceber que não se trata da massa e nem apenas da forma do objeto (o que é relevante), que algo além dessas características é responsável por permitir que objetos de massa e formas diferentes cheguem no chão ao mesmo tempo.

A afirmação de A5 de que o papel amassado “fica mais leve”, pode demonstrar que ele acredita que os objetos mais leves adquirem maior velocidade durante sua queda, o que pode ser categorizado como um **conhecimento prévio**. Embora a explicação de A3 (turno 11) não possa ser considerada como científica, ele demonstra ter consciência da existência de uma relação entre o formato do objeto e o efeito da resistência do ar. Nessa fala é possível observar a presença da organização de dados e o uso de argumentação para tentar justificar suas hipóteses, caracterizando-se como uma **explicação científica**.

Em vários turnos no Quadro 8, os alunos fazem uso de termos científicos para tentar explicar as causas da situação observada. Por exemplo, quando A17 afirma que “o peso do livro joga o papel para baixo” (turno 13), ou quando A5 diz que “o livro faz uma pressão no papel” (turno 14), apontando hipóteses para as causas do papel chegar no chão junto do livro. Nesses casos, os alunos tentam explicar as causas de seus testes terem dado certo, apresentando informações isoladas e sem completar a justificativa. De acordo com Cappechi (2013), esse tipo de afirmativa, sem completar o raciocínio, é um caminho para a compreensão do fenômeno, mas para isso, e utilizando novas perguntas, o professor deve conduzir os alunos na melhoria de sua argumentação para melhorar sua conclusão e explicação.

A partir das perguntas feitas pelo professor (turnos 20 e 22), os alunos começam a entender que o fato de se amassar o papel não fará com que ele ganhe mais massa. No entanto, percebe-se que A2 (turno 26) apresenta uma hipótese que relaciona o conceito de massa e densidade, como se os dois se tratasse de uma mesma grandeza. Por outro lado, A3 (turno 25) utiliza argumentos consistentes ao dizer que quando o papel está em cima do livro haveria menos ar agindo sobre ele que pudesse dificultar seu movimento, o que nos fornece indícios de **compreensão do fenômeno**, colocando em pauta que é ar o responsável pela dificuldade do movimento do papel. Também podemos identificar a presença da categoria **atitude** nesta fala, que é uma habilidade caracterizada pela confiança e pelo consenso (BLOSSER, 1988), pois A3 constrói sua justificativa a partir das falas de seus colegas e das perguntas feitas pelo professor.

Para a maior parte da turma isso não seria possível, mas alguns alunos disseram que dependeria da altura (turno 31), o que de fato também é relevante em experiências com a presença do ar no ambiente.

Por outro lado, A10 (turno 33) indica insegurança em sua fala (turno 33), o que indica que não houve compreensão de que a resistência do ar é a responsável pela diferença nos tempos de queda. De acordo com Carvalho (2013), isso significa que em suas testagens e observações houve divergência em relação à sua crença ou **levantamento de hipótese** levantada.

4.1.2 Contextualização do conhecimento da atividade 1

A contextualização foi iniciada com a contação da história sobre a contribuição de Aristóteles e de Galileu Galilei acerca do movimento de queda livre dos corpos (Anexo III). Durante esta etapa os alunos foram questionados se uma pena e uma bola de boliche chegariam no chão ao mesmo tempo, de forma semelhante ao experimento realizado em sala de aula.

Ao responderem essa pergunta foi possível constatar que A2 apresenta, no turno 40 do Quadro 9, capacidade argumentativa, dando **explicações causais** e apontando **compreensão do fenômeno**, ao utilizar o termo resistência do ar e fazer uma comparação da situação real vivida por ele e a situação assistida no vídeo. É importante lembrar que o uso do termo “resistência do ar” é extremamente significativo para a compreensão de fenômenos que envolvem forças e as leis de Newton como um todo. Ainda a respeito desse assunto, a fala de A6 (turno 36) nos fornece indícios claros de que compreende as razões que dificultam o movimento de queda livre de objetos soltos no ar.

Para fortalecer a discussão e os argumentos, o professor passa um vídeo que mostra o experimento da queda livre de algumas penas e uma bola de boliche na presença do ar e também na ausência de resistência do ar (FOUR, 2014). Em seguida, e dando sequência na contextualização, o professor promoveu um diálogo com os alunos, confrontando os resultados do experimento, o vídeo e a história sobre as contribuições de Aristóteles e Galileu (Quadro 9 – a partir do turno 39).

Quadro 9 - Contextualização do experimento de queda livre

Turno	Falas transcritas	Categorias evidenciadas
34	P: Será que é possível uma pena e uma bola de boliche chegarem no chão juntos?	--
35	(Muitos murmurinhos na sala e alguns alunos falando que não e outros que depende)	--
36	A6: Se for em uma sala sem oxigênio, sim. Os dois chegam na mesma velocidade.	C
37	P: Na sala só existe oxigênio?	--
38	Alunos: Não!	--
39	P: Então o que tem dentro dessa sala?	--
40	Alunos: ar.	--
41	P: Por que no vídeo os engenheiros tiveram de tirar todo o ar da câmara (fazer vácuo) para que as penas e a bola de boliche caíssem ao mesmo tempo e no experimento de vocês não foi necessário?	--
42	A2: Por que no vídeo eles tiraram toda resistência do ar e na sala usamos outros métodos. Na sala colocamos o papel por baixo, e o livro empurrou, e quando colocamos por cima a resistência do ar por baixo do papel diminuiu.	C, E e F
43	P: Quais foram os seus métodos? Por que deu certo colocar o papel por cima?	
44	A2: Por que a resistência do ar sobre o papel diminuiu.	C e E
45	P: Qual a grande diferença entre o experimento realizado na sala e o vídeo?	--
46	A13: Tirou o ar no vídeo.	--
47	A2: Os materiais.	--
48	A11: A altura.	--
49	P: 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? (Professor realiza o experimento subindo em uma cadeira e soltando os objetos.)	--
50	A11: Não	--
51	P: O que acontece com a velocidade dos corpos a medida em que eles caem?	--
52	P: Se você soltar uma pedra do alto de um prédio o que acontece com ela enquanto estiver caindo?	--
53	Alunos: Vai aumentando a velocidade.	A
54	P: A velocidade dos corpos em queda aumenta indefinidamente ou há algum limite?	--
55	A11: Vai parar.	B
56	P: Por que vai parar?	--
57	A11: Quando ele bater no chão.	--
58	P: Não vamos considerar quando o objeto toca o chão!	--
59	A11: Aumenta indefinidamente.	B
60	P: Então a velocidade de um objeto aumenta o tempo todo enquanto ele estiver caindo?	--
61	Alunos: Não.	D
62	A4: Ela vai aumentar até um certo ponto e vai parar, se manter constante.	B
63	P: Quem é o responsável por não deixar a velocidade aumentar indefinidamente?	--
64	A16: A resistência do ar.	E
65	P: Como o ar age sobre o corpo para limitar sua velocidade?	--
66	A5: Por causa da gravidade.	B
67	A10: O vento.	B

68	A16: Uma... força (aluno fica com dúvida).	B
69	P: Como vocês poderiam chamar essa força?	--
70	A10: Força do ar.	B
71	A2: Aerodinâmica.	B
72	P: O que é aerodinâmica?	--
73	A2: Quando o vento passa pelo objeto.	A
74	P: Se existe uma força que vocês falaram para mim, produzida pelo ar e está limitando o aumento de velocidade, como essa força deve agir sobre os objetos?	--
75	A7: O ar vai contra o objeto	A
76	P: Quem mais pensou nesta resposta?	
77	P: Será que no nosso dia a dia, esse efeito da resistência do ar sempre é prejudicial?	--
78	A11: Depende do efeito colateral, se a gente ficar sem oxigênio nós não sobreviveríamos. Aqui na sala não dá para tirar o ar por causa das pessoas e por que tem janelas.	A
79	P: 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?	--
80	A2: E a aerodinâmica do carro, ela não tem nenhuma função?	--
81	P: O que essa aerodinâmica faria, em relação ao que nós estamos estudando?	--
82	A2: A aerodinâmica do carro ia colocar menos força contra o veículo e ele ia ganhar mais velocidade.	C e E
83	P: Vocês conseguem pensar em alguma situação em que o efeito da resistência do ar seja útil?	--
84	A7: Paraquedas.	E
85	A15: No avião.	E
86	A5: A própria turbina do avião gera ar.	E
87	P: Por exemplo, no caso de uma chuva, vocês já imaginaram como as gotas d'água chegariam até nós? Será que elas nos machucariam? O que o ar faz para que as gotas de chuva não nos machuquem? Tentem relacionar a queda da gota d'água com o experimento que vocês fizeram, imaginem que as gotas sejam aquela pena do vídeo. Será que a velocidade das gotas seriam maiores sem o ar?	--
89	A18: A velocidade dela seria maior, o impacto dela seria maior.	E
90	P: Vocês têm ideia da velocidade que uma gota d'água chega no chão? (o professor faz o cálculo no quadro da velocidade que a gota d'água chegaria ao solo)	--
92	P: As gotas seriam ou não prejudiciais aqui no chão para nós e outros animais?	--
93	A2: Sim e não. Sem oxigênio seria, mas com o vento não.	D
94	P: Por que quando elas chegam no chão elas não nos machucam?	--
95	A2: Não por causa da resistência do ar. Ela empurra a gota.	B e E
96	A10: Ela empurra a gota, o ar vai subir e ela vai descer.	B
97	A11: Mantem a velocidade.	E
98	P: Como a resistência do ar faz isso?	--
99	A7: A resistência vai contra o objeto. A força empurra para cima.	B e E
100	P: Enquanto as gotas estão caindo qual a função do ar sobre elas?	--
101	A2: Aplicar uma força contrária.	E
102	A3: Definir uma velocidade.	E
103	P: Agora vou apresentar para vocês algumas imagens de situações que usam a resistência do ar!	--
104	P: Como um paraquedas reduz a velocidade do paraquedista durante a descida?	--
105	A2: Fazendo com que ele aplique uma força contrária.	E
106	A16: A resistência do ar está atuando sobre o paraquedas e está desacelerando ele.	E
107	A2: Mantendo uma velocidade constante.	E
108	P: Qual a função do paraquedas nos carros super-rápidos?	--
109	Alunos: "a resistência do ar".	E
110	Alunos: "desacelerar".	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

No turno 42, a fala de A2 evidencia uma explicação completa e concisa do fenômeno observado e sua aplicação em situação prática realizada em sala de aula, o que evidencia uma

compreensão da influência da resistência do ar no movimento de queda livre. Em relação ao ganho indefinidamente de velocidade durante a queda livre, A4 (turno 62) afirma que ela irá parar de aumentar e se manterá constante depois de um tempo, demonstrando entender que a ação da resistência do ar sobre os objetos é capaz de limitar sua velocidade. O mesmo acontece com A16 (turno 64), ao indicar a resistência do ar como sendo a razão da velocidade não aumentar continuamente.

Embora A16 (turno 68) não tenha demonstrado segurança em sua afirmativa de que a resistência do ar seria uma força, sua fala serviu para que o professor pudesse conduzir um diálogo com a turma sobre as características vetoriais dessa força, questionando sobre o sentido que ela age sobre os objetos. Após esse diálogo, podemos inferir que A7 compreendeu o efeito do ar no movimento de queda livre, ao afirmar que o ar vai contra o objeto (turno 75).

Ao serem questionados se a resistência do ar é sempre prejudicial em nossas vidas, constatamos indícios possuída existência de **conhecimento prévio** na fala de A11 (turno 78), ao argumentar sobre a necessidade do ar para a sobrevivência das pessoas e da impossibilidade de se retirar o ar do ambiente da sala de aula, devido à presença das pessoas e também por causa das janelas.

Seguindo com exemplos de aplicação do conceito em situações cotidianas, o professor questiona sobre a ação dessa força nos automóveis. De imediato A2 afirma que a aerodinâmica do carro pode interferir na força aplicada sobre ele, entendendo que ele poderia adquirir maior velocidade nessas condições (turno 82), o que pode ser categorizada como **compreensão do fenômeno**.

Seguindo para o final dessa etapa, ao serem questionados sobre os efeitos da resistência do ar sobre a velocidade de queda das gotas de chuva, A2 (turnos 95 e 101), A3 (turno 102), A7 (turno 99), A11 (turno 97) e A18 (turno 89) demonstraram evidências de **compreensão do fenômeno**, ao fazerem uso de conceitos que justificam o fato das gotas de chuva não chegarem no chão com tanta velocidade, e ainda relacionando com seus conhecimentos prévios ao afirmar que o ar empurra as gotas para cima.

Para finalizar a contextualização, o professor projetou no quadro a imagem de um paraquedista caindo com o paraquedas aberto (Figura 3) e de um carro de corrida, conhecido como dragster (Figura 4), que utiliza um paraquedas para auxiliar no sistema de frenagem. Após esta projeção, constatamos uma **compreensão do fenômeno** por parte de A2 (turnos 105 e 107), ao afirmar, de forma coerente, que a resistência do ar aplica uma força contrária e que esta força mantém a velocidade do paraquedista constante.

Depois da contextualização foi realizada a avaliação individual, que constituiu em produzir um relato escrito sobre os momentos vivenciados ao longo da atividade e o que aprenderam.

4.2 Atividade 2: Máquina de Atwood

Para realizar a demonstração experimental da Máquina de Atwood, os alunos foram organizados em um semicírculo, deixando um espaço livre para organizar as cadeiras de modo que eles pudessem visualizar o quadro. Em seguida o professor apresentou o equipamento para os alunos (Figura 15a), indicando o suporte com as roldanas, o fio, os pesinhos (Figura 15b) e os ganchos que serviriam como suporte.

Figura 15 - Máquina de Atwood e pesos



(a) Máquina de Atwood



(b) Pesos

Fonte: Acervo do autor, 2022.

4.2.1 Resolvendo o problema da atividade 2

Depois de apresentar os materiais aos alunos, o professor fez a seguinte pergunta problematizadora: *Como fazer para que pesos de massas iguais fiquem parados quando colocados em alturas diferentes?* Apesar da solução parecer óbvia, espera-se que os alunos

apresentem a concepção de que objetos de mesma massa só poderão se equilibrar ao ficarem numa mesma altura. Como era de se esperar, os alunos foram unânimes em afirmar que o peso de maior massa desceria e o de menor massa subiria. Para nortear as ações do professor, algumas perguntas foram feitas e o diálogo transcrito no Quadro 10.

Quadro 10 - Resolução do problema – atividade 2

Turno	Falas transcritas	Categorias evidenciadas
10	P: O que acontece se colocarmos pesos de massas diferentes na mesma altura e soltar os objetos?	--
11	A5: Um vai ficar para cima e outro vai descer.	A
12	A8: Um vai subir e outro vai descer.	A
14	P: Quando coloco pesos diferentes, um sobe o outro desce, por que isso acontece?	--
15	A5: Por causa do equilíbrio, um ta menos leve o outro está mais pesado. Um sobe e o outro desce!	A e C
16	P: O que é equilíbrio?	--
17	A6: Os dois estarem com o mesmo peso.	C e F
18	P: Por que um subiu e o outro desceu?	
19	A12: Por um ta mais pesado que o outro.	A e C
20	P: Massa e peso são a mesma coisa?	--
21	A11: Peso é de um corpo e massa do objeto.	B
22	P: Quando você sobe em uma balança, ela mede o que?	--
23	A6: A massa é do corpo inteiro e o peso não.	B
24	A5: Peso é uma força.	F
25	P: Que força é essa?	--
26	A5: A da gravidade.	A
27	P: Quem aplica a força da gravidade.	--
28	A8: A gente.	B
29	A5: A atmosfera.	B
30	A15: A Terra.	A
31	P: Por que o mais pesado desce?	
32	A5: Por que ele tem peso, mais massa.	C
33	P: O que essa força está fazendo para movimentar os pesos?	--
34	A5: Puxando para baixo.	C
36	A6: Está atraindo para o centro da Terra.	C
39	P: Como fazer para que eles fiquem parados?	
40	A5: Eles estão em equilíbrio, por que você vai colocar a mesma quantidade de peso.	C
41	P: Se eles tiverem pesos iguais, onde eu tenho que soltar eles para que fiquem parados?	--
42	A15: Na mesma altura.	A
44	P: O que acontecerá se colocarmos dois pesos iguais em alturas diferentes?	--
45	A5: Eles vão ficar na mesma altura.	A
46	A12: Eles vão cair até ficar na mesma altura.	A
47	A1: Igualar as alturas.	A
48	A5: Equilibrar junto com o outro.	A
49	A12: O que está mais alto vai descer e o mais baixo vai subir até equilibrar.	A
50	A15: Vai ficar parado. Mas não faz sentido os pesos se movimentarem.	B
52	P: Por que ficam parados em qualquer lugar? (o professor coloca o sistema em várias posições diferentes)	
53	A11: Por que tem a mesma massa.	C

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Nessa etapa da atividade, observa-se a utilização de conceitos como “equilíbrio” e a retomada do conceito da força gravitacional do planeta Terra sobre os objetos. Nesse início de diálogo (Quadro 10) é possível identificar a utilização de **conhecimentos prévios** nas falas de A5 (turnos 11 e 15), A6 (turno 12) e A12 (turno 19), ao afirmarem que a massa de maior peso descerá e a de menor peso subirá.

O trabalho do professor durante esses momentos é extremamente importante, decidindo rapidamente quais perguntas proferir diante das afirmações, conduzindo-os ao entendimento do conceito. Ao examinar a necessidade de interferir sobre a diferença entre peso e massa, o professor inicia um diálogo com os alunos, que demonstram não possuir muito embasamento para definir essas grandezas. A partir desse diálogo é possível fazer com que os alunos expressem suas dúvidas, mas também conduzi-los à discussão sobre a origem das forças que atuam no experimento, o que pode ser observado nos turnos 26, 30 e 34 e 36, em que os alunos afirmam que a força é direcionada para baixo, para o centro da Terra.

4.2.2 Sistematização do conhecimento relativa à atividade 2

Finalizada a etapa de demonstração experimental, foi dado início a sistematização coletiva do conhecimento, questionando os alunos “como” foi feito para que os pesos se movimentassem aos serem soltos (Quadro 11). De pronto, A3 (turno 56) e A8 (turno 57) responderam que bastava utilizar os pesinhos com massas diferentes, o que caracteriza que eles apresentaram **compreensão do fenômeno**, fornecendo uma **explicação causal** para o que foi observado. De forma semelhante, A1 afirmou que ao se colocar massas iguais nos ganchos (turno 59), o sistema ficaria em equilíbrio em qualquer posição, o que pode ser categorizada também como sendo uma **explicação causal** e que ele teve uma **compreensão do fenômeno**.

Quadro 11- Sistematização do conhecimento da atividade 2

Turno	Falas transcritas	Categorias evidenciadas
54	P: Como foi feito para que os pesos se movimentassem ao serem soltos?	--
55	A5: A gravidade!	F
56	A3: Deixando as massas diferentes.	C e F
57	A8: Por que deixou as massas diferentes.	C e F
58	P: Como conseguimos manter o sistema de pesos em equilíbrio em qualquer posição?	--
59	A1: Colocando a mesma quantidade de massa nos ganchos.	C e F
60	P: Por que ao colocarmos corpos diferentes suspensos numa roldana, o corpo de maior massa desce até tocar a superfície?	--
61	A11: Por que ele é maior.	B
62	A6: Por que tem mais peso. O que tem mais peso puxa e acaba levantando o mais leve.	C
63	A1: Por eles estarem presos um no outro, não é possível que os dois caiam, então só um desce.	C e E

64	A16: Um foi puxado pelo outro. O mais pesado puxou o mais leve.	C
65	P: Por que quando as massas são iguais a posição de equilíbrio não é somente quando os corpos estão numa mesma altura?	--
66	A5: Por causa da gravidade.	B
67	A1: Por que os dois estão sendo puxados pela mesma força gravitacional.	E
68	A12: Por que as massas são iguais.	C
69	A13: Como as massas são iguais, eles também têm pesos iguais. Como elas são iguais, não tem força suficiente para fazer um levantar, então tipo, eles ficam do mesmo jeito, já que as massas são iguais.	C, E e F
70	A16: Equilíbrio.	C
71	A15: Equilíbrio é quando tá as duas igual. (Professor explica que equilíbrio é quando não há movimento ou o movimento é uniforme.)	C
73	P: Qual a causa desse equilíbrio?	--
74	A6: As massas igual.	C

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

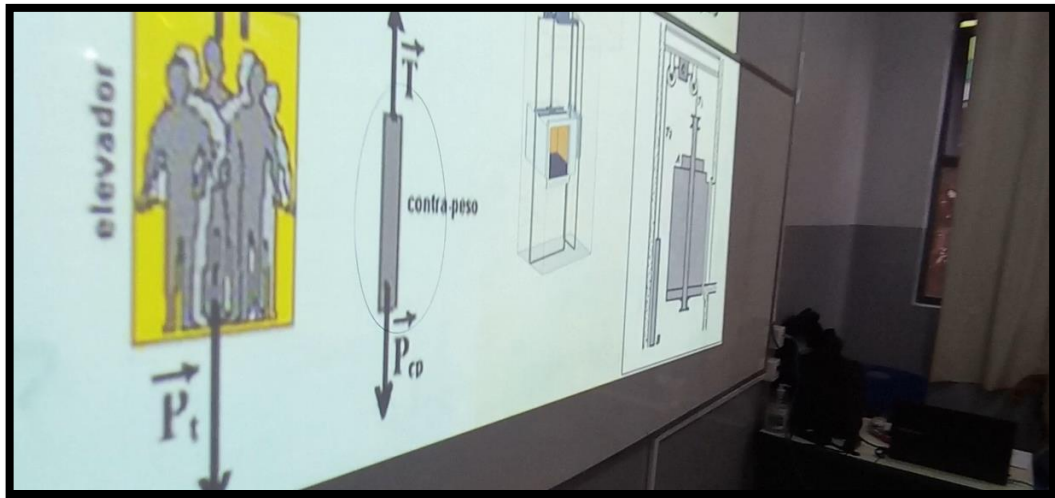
Depois da tomada de conhecimento, passou-se à etapa das explicações causais. Ao responder o porquê do corpo de maior massa descer até tocar a superfície, tanto A6 (turno 62) quanto A1 (turno 63) consegue apresentar uma **explicação da causa** do movimento, com o uso de termos científicos em seu argumento ao considerar que o objeto que desce tem mais peso e, conseqüentemente, puxa o mais leve para cima, pelo fato deles estarem presos um ao outro. Além disso, a explicação de A1 sugere haver uma **compreensão do fenômeno**, ao fazer uso da expressão “então só um desce”, o que indica que ele tem consciência de que apenas um objeto descreve movimento descendente em decorrência de ter uma massa maior.

Quando questionados sobre o motivo de não haver movimento quando os objetos possuem massas iguais, A1, A12, A13, A16 e A15 (turnos 67 até 71) conseguem **explicar as causas**, justificando que eles estariam em equilíbrio e que, nesse caso, a força aplicada nos dois lados da corda teria a mesma intensidade. É importante frisar que A13 (turno 69) faz uso da **argumentação** científica, **explicando as causas** do equilíbrio, e demonstrando **atitude** na precisão de sua fala. Ademais, deve-se levar em consideração a compreensão dos alunos de que as massas, iguais ou diferentes, influenciam nas condições de movimento ou equilíbrio.

4.2.3 Contextualização do conhecimento da atividade 2

A etapa de contextualização ocorreu na aula seguinte, porém no mesmo dia. Para isso, os alunos foram novamente organizados em um semicírculo, de modo que todos pudessem ver e ser visto pelos outros. Durante a roda de conversa foram projetadas imagens de roldanas, usadas na construção civil, e da estrutura de um elevador (Figura 16), explicando a função de cada parte deste equipamento, incluindo o contrapeso.

Figura 16 - Imagem do elevador projetada no quadro branco



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Para iniciar o diálogo, o professor questionou os alunos sobre o uso de roldanas no dia a dia, questionando-os se eles conseguiriam dar exemplos desta utilização (Quadro 12). De imediato, os alunos trouxeram exemplos como a balança de braço (turno 77) e o balde utilizado na construção civil (turnos 78, 79 e 80), demonstrando capacidade de relacionar os conceitos aprendidos em sala com situações de seu dia a dia, caracterizando-se como **conhecimento prévio**.

Quadro 12- Contextualização da atividade 2

Turno	Falas transcritas	Categorias evidenciadas
76	P: Vocês conseguem pensar em situações do dia a dia que precise utilizar carretilha ou roldana?	--
77	A2: Balança. Ela seria uma base, puxando em duas pontas e as bandejas.	A
78	A16: Obra, você coloca o balde e puxa. Puxa a corda assim (fazendo gestos) e vem o balde.	A
79	A8: Na obra você coloca uma corda e dois baldes.	A
80	A10: Só um balde, puxa a corda assim (fazendo gesto de puxar para baixo explicando para os colegas) e vem o balde.	A e F
81	P: O uso dessa roldana facilita o trabalho do pedreiro, como isso acontece?	--
82	P: A força que o pedreiro precisa aplicar na corda usando a roldana é diferente da que necessitaria se não usasse a roldana?	--
83	A1: Por causa da gravidade. Se puxa para baixo a força vai ser maior.	C e D
84	A6: Se você puxa para baixo você está fazendo a força gravitacional para baixo, não sei.	D
85	A1: Por causa do peso, quando você puxa para cima o peso vai ser maior.	D
86	A6: Puxar para cima, você puxa contra a gravidade.	C
87	A6: Por que vai ter ajuda da gravidade.	C
88	P: Vocês conhecem algum outro sistema que utiliza roldana?	
89	A14: Guindaste.	A
90	A9: Elevador. Ele usa roldanas ali (fazendo gestos para cima e para baixo) ... que	A

	sobe e desce bem mais rápido do que isso ai (apontando para o experimento).	
91	P: Vocês sabem como um elevador funciona?	--
92	A5: O elevador ele tem aquele trem que sobe e desce, tem a cabine.	B
93	P: O que faz o elevador subir e descer?	--
94	A5: Energia.	A
95	A12: Cabo de aço	A
96	A15: Força.	A
97	A2: Roldana.	A
98	A2: Motor.	A
99	P: O contrapeso é mais leve, mais pesado ou tem a mesma massa da cabine? Qual a função do contrapeso?	--
100	A5: Para ajudar o motor.	A
101	P: Quem são os quatro alunos mais fortes dessa sala? Eu tenho um desafio para vocês! Escolham os quatro alunos mais fortes dessa sala!... Esses quatro alunos serão desafiados... Para desafiar esses quatro alunos eu quero A15!	--
102	P: O que temos aqui? Dois cabos de vassoura ou de rodo! Eu coloquei duas braçadeiras em cada um para não permitir que a corda escorregue e machuque a mão de vocês! (Professor pede para que A2 e A6 segurem o cabo na horizontal e pede para que os outros dois façam igual e pede para que A15 fique do lado direito, entre os dois colegas, segurando a ponta da corda para puxar. O professor passa amarra a corda em um dos cabos e passa a corda pelo outro, entregando uma das pontas para A15 que irá puxar)	--
103	P: Agora... o que A15 vai fazer? Os colegas vão resistir e A15 vai puxar para tentar aproximar os cabos.	--
104	A2: Ainda bem que só vamos resistir	--
105	P: A15 pode puxar!	--
106	P: Vamos fazer uma mágica? Todo mundo dá a mão e vamos passar nossa energia para A15.	--
107	P: Agora eu vou pegar aqui (na mão de A15) e vamos passar toda a força da sala para ele. (Depois da brincadeira o professor passa a corda mais uma vez em cada um dos cabos, ou seja, duas voltas em cada um, totalizando quatro voltas)	--
108	P: Antes tinha só uma volta, olha só... eu passei uma, duas, três, quatro voltas... agora são quatro voltas! A15 agora é com você! Boa sorte!	--
109	P: Foooooorça... Foooooorça, você consegue.	--
110	Alguns alunos: Vai! Você consegue! (Um dos cabos se quebra e os alunos comemoram)	--
111	P: Era isso que eu queria!	--
112	P: Por que o cabo quebrou? Foi a força de A15 ou dos outros que quebrou?	--
113	Alguns alunos: Do A15.	--
114	P: Antes com uma volta quebrou?	--
115	Alguns alunos: Não!	--
116	P: Presta atenção!... Vocês quatro... Vocês sentiram diferença quando tinha duas voltas e quando tinha quatro voltas?	--
117	A2: Na segunda vez ficou mais difícil de segurar, tinha mais força, deu diferença sim.	--
118	A17: Sim!	--
119	A6: Sim!	--
120	A14: Sim!	--
121	P: Fez diferença? o A15 aplicou a mesma força nas duas situações! (Professor questiona cada aluno que participou se eles sentiram diferença de força comparando as duas situações e todos responderam que sim. Os alunos se sentam e o professor começa a questionar a turma sobre a atividade)	--
122	P: Porquê que o cabo quebrou?	--
123	P: A15! Se fosse uma barra de ferro que não se quebrasse e nós déssemos mais algumas voltas, você conseguiria juntar os cabos.	--
124	P: Isso aqui pessoal, é um sistema, uma ferramenta que vocês podem usar em diversas situações no dia a dia de vocês quando precisarem multiplicar força.	--
125	P: Alguém tem noção de como essa multiplicação de força acontece?	--
126	A12: As voltas que foram dadas.	B

127	A12: Dar mais força para ele.	B
128	P: Qual o objetivo de passar mais voltas entre os cabos?	--

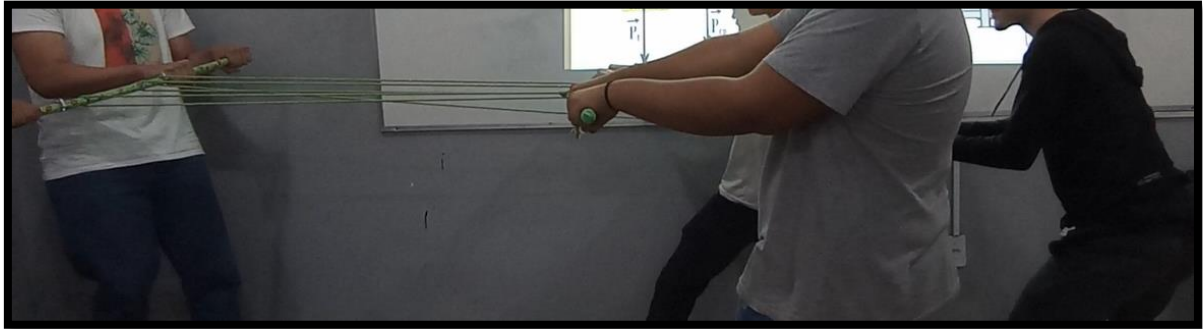
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Ao serem questionados sobre o fato de a roldana facilitar o trabalho do pedreiro na obra, A1 afirma ser a gravidade o agente facilitador para o pedreiro e que ao puxar para baixo a força seria maior (turno 83), confundindo a facilitação na aplicação da força com o aumento de sua intensidade, e depois, no turno 85, afirma que puxando ao puxar para cima o peso ficaria maior, o que se caracteriza como um **conflito cognitivo**. De forma semelhante, identificamos também **conflito cognitivo** na afirmação de A6 de que a força gravitacional (peso) seria realizada pelo pedreiro (turno 84). No entanto, logo a seguir, A6 reformula sua resposta dizendo que a facilitação do trabalho do pedreiro estaria relacionada ao fato de se usar a gravidade como aliada na execução da tarefa (turnos 86 e 87), o que se caracteriza como uma **explicação causal**.

Ao serem questionados sobre outras situações em que se utilizam roldanas, A14 e A9 trazem como exemplos o guindaste (turno 89) e o elevador (turno 90), demonstrando que os alunos conseguem associar o uso das polias com máquinas do dia a dia deles. Dando continuidade a essa discussão, o professor projetou imagens que mostravam a estrutura de um elevador e questionou os alunos sobre a função do contrapeso. Como resposta, A5 afirmou que essa parte da estrutura do elevador tem como finalidade “ajudar o motor” (turno 100), o que nos indica **compreensão do fenômeno**, ao demonstrar entender que o elevador funciona com o mesmo mecanismo da máquina de Atwood.

Dando continuidade à contextualização, o professor solicitou aos alunos que escolhessem quatro deles, considerados os mais “fortes” da turma, e convida um outro aluno para ser o desafiado desses quatro “fortões”, puxando-os sozinho num “cabo de guerra” (Figura 17). Para essa atividade, utilizamos: dois cabos de vassoura/rodo de madeira, uma corda de 10 metros de comprimento com bitola de 4 mm e quatro braçadeiras. Estas braçadeiras de metal foram colocadas nos cabos de vassoura com o objetivo de limitar a movimentação da corda de forma a não machucar as mãos dos alunos. Para essa atividade, A2 e A6 seguraram um dos cabos de vassoura e A14 e A17 seguraram o outro cabo, ficando A15 encarregado de puxar a corda, tentando juntar um cabo no outro.

Figura 17 - Alunos testando o moitão



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

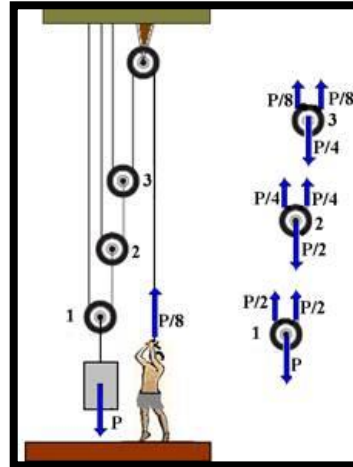
A primeira parte da atividade consistia em amarrar a corda em um dos cabos, passando-a em volta do outro cabo, enquanto A15 teria de puxá-la de forma a juntar os dois cabos, que estavam sendo segurados pelos outros quatro alunos, de forma a impedir que eles se juntassem. Nesse momento primeiro momento, A15 não conseguiu fazer os cabos se juntarem, pois seus colegas conseguiram impedi-lo com tranquilidade. Para a segunda parte da atividade, demos mais duas voltas da corda em torno dos cabos, ficando quatro voltas, duas em cada um. Nessa nova configuração, embora um dos cabos tenha se partido durante a atividade, ficou perceptível que a força exercida por A15, mesmo sendo igual a anterior, foi suficiente para superar a resistência de seus colegas. Para reforçar a percepção dos alunos, o professor perguntou se eles tinham sentido diferença de uma situação para a outra, obtendo como resposta que: “na segunda vez ficou mais difícil de segurar, tinha mais força, deu diferença sim” (A2 – turno 117). De modo geral os alunos entenderam que a razão de ter dado mais voltas com a corda fez com que fosse ampliada os efeitos da força aplicada por A15.

No intuito de contextualizar essa atividade, o professor explica para os alunos que esse sistema é conhecido como moitão, e pode ser usado em muitas ocasiões do dia a dia deles. Em seguida, questiona se eles têm ideia do porquê de a força ter sido multiplicada, obtendo como resposta que seria por causa das voltas (A12). A resposta de A12 é categorizada, neste caso, como sendo uma **hipótese**, já que ele está associando o fato de se passar mais voltas entre os cabos, como sendo a razão para que A15 consiga aumentar sua força e quebrar um dos cabos.

Para explicar o funcionamento de um moitão, o professor projetou a Figura 18 e Figura 19, que traz exemplos de sistemas de polias móveis, explicando o porquê do aumento de força nesses arranjos. A etapa de contextualização é finalizada com um vídeo sobre a construção e o funcionamento de um sistema de roldanas (COM CIÊNCIA TRANQUILA, 2017), utilizado

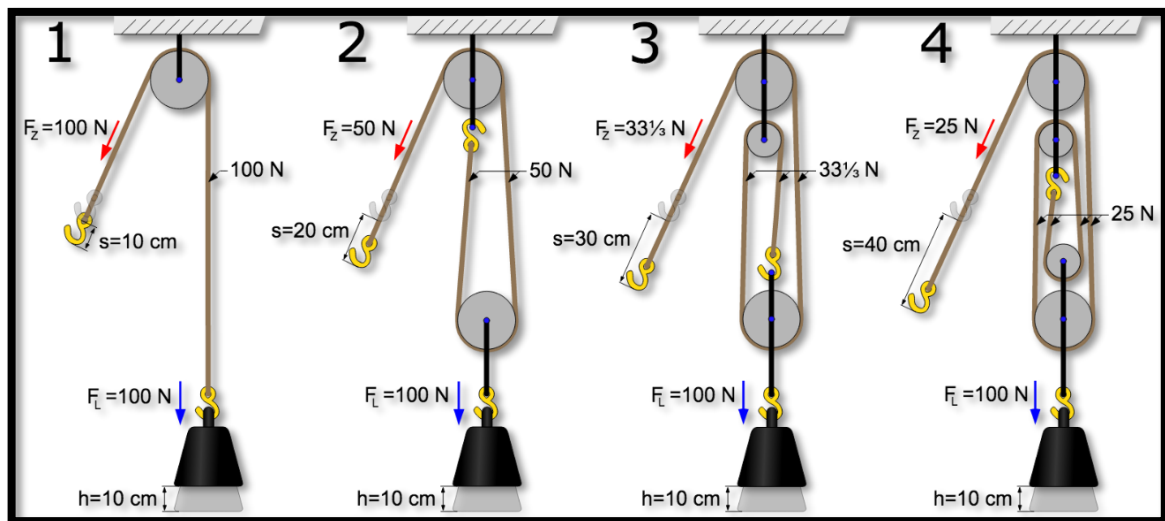
para levantar algumas garrafas pet cheias d'água. Infelizmente não houve tempo para promover uma discussão sobre esse vídeo, pois a aula acabou logo após sua projeção.

Figura 18 - Talha exponencial



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

Figura 19 - Esquema representativo do moitão



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

Para finalizar a atividade 2, os estudantes fizeram um registro, em uma folha, do que realizaram e aprenderam com a atividade, que serão analisados na seção 4.7. De acordo com o nosso referencial teórico, a atividade escrita deve ser realizada em sala de aula, logo após a conclusão da contextualização, porém, por falta de tempo, este registro fora realizado em casa.

4.3 Atividade 3: Garrafa a jato

Este experimento foi organizado previamente e montado na quadra de esportes. A escolha desse local se deu por ser amplo e arejado (Figura 20), permitindo que os alunos ficassem mais afastados, de forma a evitar risco e preservar a segurança de todos. Por utilizar substância comburente, este experimento também foi feito na forma de demonstração experimental.

Figura 20 - Quadra de esportes para realizar o lançamento da garrafa



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Esta atividade tem como objetivo fazer com que o estudante compreenda o princípio da Ação e Reação, utilizando a garrafa a jato que se movimenta devido à expulsão de gases produzidos pela combustão do álcool em seu interior. Nessa aula foi trabalhado questões que conduzissem os alunos a compreenderem que toda força aplicada (ação) produz uma força de reação, em sentido contrário, e que pode ou não gerar movimento.

Para essa etapa, usamos como questão problematizadora: *Como podemos fazer para que uma garrafa se movimente de uma extremidade a outra de um fio sem tocá-la?* Antes de realizar o experimento, os alunos tiveram a oportunidade apresentar suas **hipóteses** para a solução do problema, identificadas em algumas falas transcritas no Quadro 13 (turnos 4 e 5).

Quadro 13 - Diálogo durante a realização da demonstração experimental da garrafa a jato

Turno	Falas transcritas	Categorias evidenciadas
3	P: Como podemos fazer para que uma garrafa se movimente de uma extremidade a outra de um fio sem tocá-la?	--
4	A10: Colocar fogo	B
5	A1: Assoprar a garrafa	B
6	P: O que acontece se borrifar álcool dentro da garrafa e colocar fogo no vapor de	--

	álcool?	
7	A14: Olha professor, você vai tacar álcool e terá uma pequena explosão e andar.	B e C
8	A19: Ela vai andar ou vai derreter o plástico.	B
9	A2: Vai virar combustível e vai empurrar a garrafa.	B e C
10	A8: Vai destruir a garrafa.	B
11	A5: Quando você colocar fogo lá, a garrafa vai pegar pressão e vai para o outro lado.	B e C
13	P: Para que serve o furo na tampa?	--
14	A1: O ar sair e empurrar a garrafa.	A
15	A2: Uma válvula de escape.	A
16	P: Quando esse ar sair, o que acontecerá com a garrafa?	--
17	P: Para que lado a garrafa se movimentará?	--
18	A1: Para o lado oposto do furo.	A

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Dando continuidade ao diálogo, A14 (turno 7), A2 (turno 9) e A5 (turno 11) afirmam que a garrafa entrará em movimento caso se coloque fogo no álcool borrifado nela, demonstrando sua capacidade de reunir informações a partir de suas observações, seus conhecimentos prévios e organizá-los para resolver um problema. Além da presença de hipóteses nessas falas, identificamos também a existência de **explicações causais**, ao relacionarem a combustão do álcool como sendo a causa do movimento da garrafa.

Um momento importante desse diálogo foi o fato da afirmação de A1, de que a garrafa se moveria para o lado oposto ao furo (turno 18), demonstrando indício de que ele estaria construindo conhecimentos relacionados ao princípio da ação e reação, ou seja, a compreensão de que o gás sai para um lado (ação) e a garrafa se movimenta no sentido oposto (reação). Destacamos que nesta fase de levantamento de conhecimento prévio e de hipóteses sobre a situação problema, “[...] o importante não é o conceito que se quer ensinar, mas as ações manipulativas que dão condições aos alunos de levantar hipóteses [...] e os testes dessas hipóteses” (CARVALHO, 2013, p.11).

4.3.1 Sistematização do conhecimento da atividade 3

Após a realização do experimento, os alunos retornam para a sala de aula, se organizando em um semicírculo para realização da etapa de sistematização do conhecimento. O diálogo com do professor com os alunos (Quadro 14) foi iniciado questionando-os sobre como o desafio foi solucionado, propiciando a eles passarem de uma ação manipulativa para a intelectual.

Quadro 14 - Sistematização do conhecimento – atividade 3

Turno	Falas transcritas	Categorias evidenciadas
22	P: O que aconteceu quando se colocou fogo no vapor de álcool que estava na garrafa?	
23	A2: O fogo fez a queima do oxigênio lá dentro e houve uma pressão que jogou o ar para fora e empurrou a garrafa.	C e F
24	P: Como foi o movimento da garrafa? Para que lado?	--
25	A2: Foi reto.	--
26	A1: Na direção do fio.	C
27	A13: Lado oposto do fogo. Não...do furo!	E
28	P: Por que ao colocar fogo no álcool a garrafa se movimentou?	--
29	A10: Por causa da queima do oxigênio.	C
30	P: Então se acender o carvão de uma churrasqueira ela vai sair andando? (Risos na sala e todos respondem que não.)	--
31	A1: Quando queima dentro da garrafa, o ar tem que sair para algum lugar. Se não tivesse o furo na garrafa ela explodiria.	C
32	P: O que fez a garrafa se movimentar? Qual foi a causa desse movimento?	--
33	A20: Pressão.	--
34	A1: O gás que saiu de dentro da garrafa.	C
35	P: Por que a garrafa se movimentou no sentido oposto ao que foi colocado o fogo?	--
36	A1: Porque foi por onde o gás saiu.	C
37	A10: Porque do outro lado não tem outro furo.	C

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Ao explicar o que aconteceu ao colocar fogo no álcool, A2 (turno 23) apresenta alguns elementos científicos para justificar sua hipótese de que a “queima do oxigênio” provoca uma “pressão”, expelindo o ar do interior da garrafa que “empurrou a garrafa”. Nessa fala fica claro o entendimento do aluno em relação à causa do movimento: o ar sai, empurrando a garrafa. Neste mesmo sentido, A13 (turno 27) consegue expressar claramente que o movimento acontece no sentido oposto à saída do ar, fazendo uma relação importante entre a ação e reação, o que demonstra uma **compreensão do fenômeno**.

Dando continuidade à etapa de sistematização, passamos a questionar sobre o porquê de a queima do álcool provocar o movimento da garrafa. A1 afirmou que a causa do movimento estaria relacionada à saída do gás, provocado pela queima do álcool (turnos 31, 34 e 36), reforçando a informação anterior de que seria o ar quem estaria empurrando a garrafa, o que pode ser categorizado como **compreensão de causa**.

4.3.2 Contextualização do conhecimento da atividade 3

Findada a etapa de sistematização, iniciou-se a contextualização com um vídeo (KENNEDY, 2013) mostrando o lançamento de um foguete para o espaço e em seguida ocorreu um diálogo entre o professor e os alunos (Quadro 15), sobre o movimento dos foguetes.

Quadro 15 - Contextualização do conhecimento – atividade 3

Turno	Falas transcritas	Categorias evidenciadas
40	P: Como se faz para que um foguete, pesando várias toneladas, seja lançado ao espaço?	--
41	A5: Existem o negócio, os vapores, que saem e fazem uma pressão. Aí vem a pressão e faz ele subir.	C
42	A1: De acordo que queima o ar que tá ali, faz uma força e leva o foguete para cima.	E
43	A11: Tira todo o oxigênio da espaçonave e ela fica mais leve e consegue subir.	A
44	A9: O combustível que tem ali queima com muita força, é uma combustão bastante espontânea e faz muita força e faz o foguete subir.	B
45	P: Qual o sentido da força que deve ser aplicada no foguete para ele subir?	--
46	A2: Contrária para empurrar ele.	D
47	A1: Contrária à direção que quer que ele vá.	D
48	A9: Contrária a da gravidade.	E
49	A1: Empurrar o foguete para cima.	E
50	P: Qual o sentido da força do fogo que sai do foguete?	--
51	Alunos: No sentido contrário do movimento do foguete.	E
52	A11: Para cima.	D
53	A1: Para baixo.	E
54	A2: Para baixo (fazendo gestos)	E
55	P: Para que serve aquele fogo que sai do foguete?	--
56	A1: Pra fazer a força, uma pressão que levanta ele.	B e E
57	P: Se o foguete irá subir, por que o fogo e os gases precisam sair para baixo?	--
58	A9: Para empurrar ele para cima.	E
59	P: O que o fogo e os gases precisam produzir sobre o foguete para ele subir?	--
60	A21: Uma força.	E
61	P: Qual o sentido dessa força?	--
62	A1: Contrária ao sentido do movimento do foguete.	E
63	P: Se o fogo e os gases saem do foguete para baixo, como eles produzem uma força para cima?	--
65	A2: O fogo iria gerar um vento e empurrar o foguete para cima.	C
66	P: Como o foguete continua subindo mesmo quando não há mais o contato com o chão?	--
67	A1: Porque continua queimando.	B e C
68	A2: Talvez por que como os gases também são massa e são empurrados para baixo, faz com que o foguete suba. Porque quando os gases saem do foguete e entra em contato com a terra eles fazem o foguete subir.	B, C e E
69	A1: Ele continua subindo porque está ficando mais leve.	B, C e D
74	P: Como a pessoa pode fazer para movimentar o barco?	--
75	Alunos: Remando.	A
76	P: Quando o barqueiro empurra a água para trás, qual o sentido do movimento do barco?	--
77	Alunos: Para frente.	A
78	P: Qual a semelhança do movimento do barco com o do foguete?	--

79	A1: Ele se move em direção contrária à força que está sendo formada.	E
81	P: Se o barco anda para frente a força que age sobre ele tem qual sentido?	--
82	Alunos: Contrário.	E
83	P: Mas como um objeto anda para frente e a força que atua sobre ele é para trás?	
85	P: O que uma pessoa precisa fazer para andar?	--
86	Alguns alunos: Uma força que empurra para frente.	E
87	P: Se ela deseja andar para a direita, o que ela precisará fazer?	--
88	Alguns alunos: Aplicar uma força no chão para a esquerda.	E e F
89	A1: Para determinados corpos se mover precisa de uma força contrária ao movimento.	E
90	A11: Como uma pessoa quer ir para frente e ela vai para trás! (faz gesto de que aquilo não tem sentido)	D
91	A2: Não é a pessoa que vai para trás, ela aplica uma força que é no sentido contrário. (A2 faz sua afirmação direcionada a A11)	C, E e F

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Ao ser questionado sobre o sentido da força do fogo que sai do foguete, A1 (turno 53) e A2 (turno 54) afirmam que seria para baixo, o que condiz com a realidade, entendendo essa força como a ação que o foguete realiza para iniciar seu movimento, caracterizando **compreensão do fenômeno**. Já no turno 65, A2 apresenta indícios da compreensão do princípio da ação e reação ao dar **explicações da causa** do movimento do foguete, afirmando que para movimentá-lo é necessário que ele realize uma força para baixo, que produzirá uma força contrária (utiliza o termo “vento”), que o “empurra” para cima. Ao questionar por que o foguete continua subindo mesmo quando não se tem mais contato com o chão, A2 argumenta sem convicção, ao usar o termo “talvez” (turno 68), o que indica uma **hipótese**, mas finaliza com a **explicação da causa** do movimento estar relacionada à força que o foguete exerce contra a terra.

No turno 69, A1 se mostra **confusa** quando tenta afirmar que a causa da manutenção da subida do foguete está relacionada com a perda de sua massa devido à queima do combustível. No entanto, A1 demonstrou anteriormente, no turno 42, ter compreensão do princípio da ação e reação, ao explicar que o foguete precisa queimar o “ar” para gerar uma força que o levará para cima. Por outro lado, em diversas falas (turnos 62, 67 e 69), A1 levanta **hipóteses** na tentativa de sustentar sua afirmação.

Para melhorar a compreensão dos alunos sobre as forças de ação e reação, o professor propõe mais um momento de reflexão, projetando no quadro a imagem de um barco a remo (Figura 10) e de uma pessoa andando (Figura 11). Na Figura 11 estão representados os vetores força que agem sobre o chão e sobre os pés durante a ação de andar. Com o uso dessas imagens, o professor relaciona a situação observada nas imagens com aquelas que foram tratadas ao longo da aula. Nesta etapa, buscamos verificar se os alunos realmente compreenderam o princípio da ação e reação, trazendo mais oportunidades para discussão de aplicações desse conceito, além de relacioná-lo com a situação do foguete. No turno 79, A1

demonstra compreender que para haver o movimento do foguete é necessária uma força, resultante da ação da queima do combustível, que fará com que ele se movimente no sentido desejado. Ao questioná-los sobre a razão de a força ser aplicada no sentido oposto ao movimento, para produzir uma reação no sentido que se deseja movimentar, eles não conseguiram organizar uma justificativa plausível.

Ainda no esforço de organizar as informações de forma que os alunos compreendessem o fenômeno, o professor questionou-os sobre o que é necessário para que uma pessoa se movimente. Como resposta, alguns alunos disseram que seria necessária e apresentam indícios de **compreensão do fenômeno** quando dizem que “uma força que empurra para frente” (turno 86), e que esta força deveria ser no sentido oposto àquela aplicada no chão pela pessoa (turno 88), o que nos fornecem indícios de que houve **compreensão do fenômeno**. No turno 89, A1 afirma que para se mover é necessária aplicar uma força no sentido contrário, mas não fica claro se ele entende que essa força é uma ação necessária para gerar uma reação no mesmo sentido em que a pessoa irá se movimentar.

Ainda sobre essa temática, A11 se mostra em **conflito cognitivo**, ao não compreender a razão da necessidade de uma força no sentido oposto ao movimento para conseguir se movimentar, indicando haver um contrassenso (turno 90). Por outro lado, A2 demonstra ter **compreendido o fenômeno**, ao explicar para A11 as **causas do movimento** (turno 91). Esta fala pode ser categorizada também como **atitude**, pois A11 se prontificou a ajudar seu colega a entender o problema, colaborando com toda a turma.

Após a conclusão da etapa de contextualização, foi solicitado aos alunos que produzissem um relato sobre o que foi aprendido durante a atividade. Porém o relatório não pôde ser confeccionado em sala de aula, pois não havia tempo suficiente, ficando sua conclusão para casa. Por não seguiu as orientações do referencial teórico, de o relato escrito ser feito logo após a atividade e em sala de aula, pode haver divergência nos resultados da escrita dos alunos.

4.4 Atividade 4: Lançador duplo de projéteis

Nessa aula foi utilizado um lançador duplo de projéteis (**Figura 21**), duas esferas de metal e um smartphone, utilizado para a gravação do disparo dos objetos e o movimento em câmera lenta das esferas. Essa atividade foi desenvolvida como uma demonstração experimental, pois tínhamos apenas um equipamento, ficando inviável seu manuseio pelos grupos de alunos.

Figura 21 - Lançador duplo de projéteis



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

O objetivo desta atividade é conduzir os alunos à compreensão de que uma força resultante aplicada em um corpo pode ser o resultado de uma ou mais forças aplicadas na mesma direção ou em direções diferentes.

A atividade foi iniciada organizando os alunos em um semicírculo voltado para o quadro, de frente à mesa do professor, na qual os materiais foram expostos. Inicialmente, o professor apresenta o equipamento, explicando cada uma das partes que compõe o dispositivo, e que sua função é disparar, simultaneamente, duas esferas de metal: uma lançada na horizontal; e outra liberada do repouso na vertical. Depois dessa explicação, o professor informa que irá filmar o movimento dos projéteis em câmera lenta, para que fique mais fácil visualizá-los posteriormente.

Antes da demonstração experimental, o professor promove um diálogo com os alunos (Quadro 16), questionando-os sobre: *Quem chega no chão primeiro, a bolinha que será solta ou a bolinha que será lançada?* Como resposta, os alunos apresentaram diversas **hipóteses** de como seria os movimentos das esferas (turnos 5 a 10). Enquanto A6 parece acreditar que a esfera lançada “[...] cai mais rápido por causa do embalo” (turno 5), A4 acredita que a esfera solta na vertical chegará primeiro ao solo (turno 7). Podemos supor, dessas duas afirmações contraditórias, que A6 acredita que a esfera lançada cairá primeiro, porque ela tem uma velocidade inicial maior que a outra, enquanto que A4 tem uma concepção contrária, por acreditar que a distância percorrida pela esfera lançada seria maior.

Quadro 16- Diálogo durante a realização da atividade 4

Turno	Falas transcritas	Categorias evidenciadas
4	P: Quem chega no chão primeiro, a bolinha que será solta ou a bolinha que será lançada?	--
5	A6: O negócio (a esfera de metal) que vai para frente, ele cai mais rápido por causa do embalo. Geralmente o que cai para baixo demora um tempo para cair. Por causa da altura e por causa da velocidade.	A e B
6	A22: Por causa da pressão.	B
7	A4: A que vai na vertical ela vai cair e chega no chão primeiro e a outra vai ser lançada.	B
8	A12: Se você jogar ela assim (fazendo gestos de jogar para frente) ela vai mais longe por causa da gravidade... e tal. E assim (fazendo gestos mostrando que está sendo jogado na vertical para baixo) por que ela vai pesar mais.	A e B
9	A16: Se as duas forem lançadas ao mesmo tempo acho que chegam juntas.	A e B
10	A11: Porque se elas andar na mesma velocidade a que vai na vertical ela não vai constantemente ela vai cair.	B

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Embora a fala de A12 (turno 8) seja um pouco confusa, aparentemente ele compreende que a causa do movimento parabólico da bolinha lançada é a gravidade, além de dar a ideia de que a esfera solta na vertical chegaria primeiro, afirmando que ela “ficará mais pesada”. Caracterizamos essa fala como sendo uma **hipótese**, tendo em vista o uso de termos vinculados aos movimentos das esferas, como a gravidade.

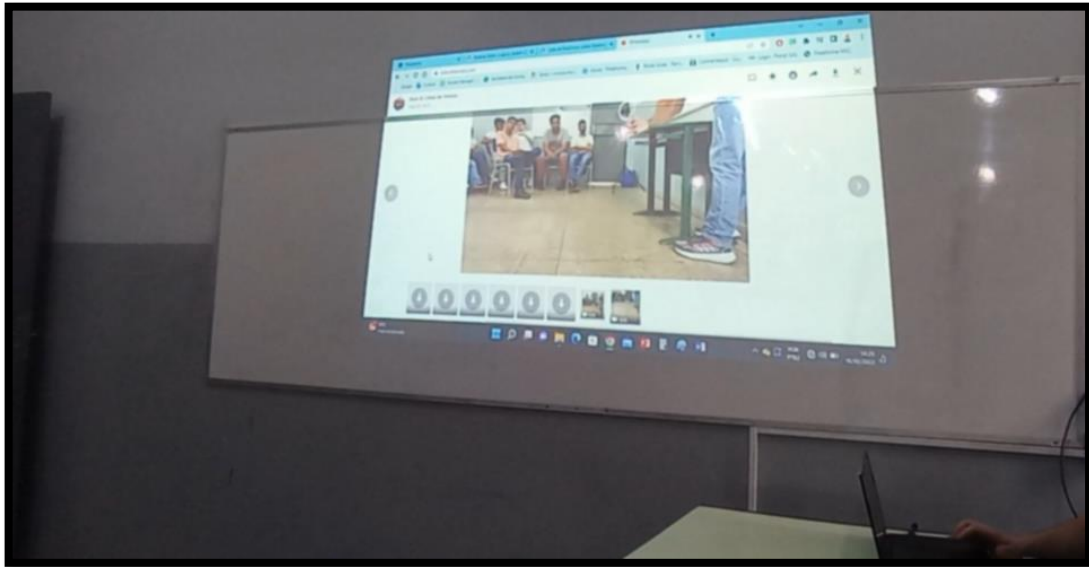
Nessa linha de raciocínio, tanto A16 (turno 9) quanto A11 (turno 10) levantam **hipóteses** sobre os movimentos dos objetos. Além disso, A16 demonstra possuir **conhecimentos científicos adquiridos previamente** ao afirmar que se as esferas forem lançadas ao mesmo tempo elas chegam no chão juntas, sendo essa a base principal da atividade.

Após esse diálogo inicial, a demonstração experimental foi realizada, sendo todo o movimento das esferas filmado, para que fosse possível observá-lo em câmera lenta. Para garantir que todos conseguiram visualizar o fenômeno, o procedimento foi realizado mais de uma vez.

4.4.1 Sistematização do conhecimento da atividade 4

Finalizada a demonstração experimental, o professor passou o vídeo em câmera lenta (Figura 22), de forma que os alunos pudessem observar detalhadamente a trajetória das esferas e o momento de chegada ao solo, constatando que ambas tocam o solo ao mesmo tempo. Logo em seguida, foi iniciada a etapa de sistematização coletiva do conhecimento, a partir de um diálogo promovido por questionamentos feitos pelo professor, sobre a atividade realizada (Quadro 17).

Figura 22 - Transmissão em câmera lenta do disparo dos projéteis



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Esta etapa de sistematização teve início com a tomada de consciência, pelos alunos, de como o experimento foi realizado e sobre a trajetória de cada uma das esferas. Nesse diálogo (Quadro 17- turnos 12 a 22), podemos observar que, em geral, os alunos conseguiram acompanhar todo o experimento, bem como visualizar o movimento de cada uma das esferas.

Quadro 17 - Sistematização do conhecimento da atividade 4

Turno	Falas transcritas	Categorias evidenciadas
11	P: Como foi o movimento de cada esfera?	--
12	A5: Uma foi na vertical e outra foi para frente.	F
13	A10: Uma foi para frente e outra foi para baixo.	F
14	A3: Uma fez um movimento para cair. Elas estavam uma lonjura diferente do chão, só que quanto mais perto do chão elas chegarem o tamanho delas se igualaram. (fazendo gestos)	B
15	A2: Um diagonal e um vertical.	F
16	A14: Uma na horizontal e uma na vertical.	F
17	P: Como foi feito para que elas tivessem esse movimento?	--
18	A1: Elas foram lançadas.	F
19	P: As duas foram lançadas? (P perguntou para A1)	--
20	A1: Não, uma foi lançada e outra caiu.	F
21	A5: A mesma velocidade que uma foi lançada a outra caiu.	F
22	A15: A bolinha fica nas pontas para sair. Quando ela vira, o negócio solta e lança a outra bola, a bola que está aqui (fazendo gestos) fica meio segundo parado e começa a cair junto com a outra que foi para baixo (fazendo gestos e mostrando como elas foram lançadas).	B e D
23	P: Por que as esferas caem no chão?	--
24	A5: Por causa da densidade do ar, por causa da gravidade.	D
25	A2: Por causa da gravidade, e por causa do objeto que lançou elas.	C
26	A16: Porque foram lançadas.	C
27	P: Quem é responsável por fazê-las virem ao chão?	--
28	A5: A gravidade.	C

29	P: Pensem mais um pouco!	--
30	A6: O peso.	C
31	P: O que é peso? Qual a diferença de peso e massa?	--
32	P: O que trouxe as esferas para o chão?	--
33	A16: A força gravitacional.	C
34	P: Quem está provocando essa força?	--
35	A1: A Terra.	C
36	P: Quem gera a gravidade é a Terra, a massa do planeta!	--
37	P: Há alguma força a mais atuando nas esferas?	--
38	A16: Resistência do ar.	E
39	P: Dependendo da altura, o que poderia acontecer com as esferas?	--
40	A16: Desacelerar.	E
41	P: O que a desaceleração poderia provocar?	
42	A16: Uma diferença de tempo de chegada no chão.	E
43	A1: Se o peso delas é diferente elas iam chegar juntas? (O aluno A1 não estava presente no dia da primeira Atividade, em que mostrado que o peso dos objetos não interferem no tempo de chegada dos objetos.)	D
45	P: Na primeira aula nós trabalhamos a queda livre dos corpos. A diferença de massa é relevante durante a queda?	--
46	Alguns alunos (não é possível identificar): Não depende da massa.	E
47	A16: Desde que fosse desprezada a resistência do ar.	E
48	P: No momento do lançamento, logo após saírem do aparato, como é a velocidade de cada uma delas?	--
49	A2: Constante.	
50	A4: Na vertical tem a velocidade constante. A que vai na horizontal ganha um pouco mais de velocidade e depois ela fica constante. (fazendo gestos mostrando o que é vertical e horizontal)	F
51	A6: A que vai assim (fazendo gesto da bolinha em trajetória parabólica) ganha velocidade e depois fica constante para igualar com a velocidade do que caiu.	F
52	A3: A que cai no ângulo lá, quando ela está caindo a resistência do ar faz com que ela não aumente a velocidade pra cair primeiro que a vertical.	F
54	P: Vamos lá! Tinham duas esferas quando eu disparei, uma foi lançada e a outra caiu. Inicialmente o que vocês poderiam dizer da velocidade de cada uma? Vamos pensar uma por uma. Por exemplo a que caiu no começo ela estava como?	--
55	A12: Parada	F
56	P: A primeira foi lançada?	--
57	Alguns alunos: Não.	--
58	P: Ela começou o movimento dela com qual velocidade?	--
59	Alguns alunos: Zero.	F
60	P: E a segunda, para ir para frente a velocidade dela no começo do movimento foi igual a da primeira?	--
61	Alguns alunos: Não.	F
62	A2: Diferente de zero.	F
63	P: Por que elas tocam o solo ao mesmo tempo?	--
64	A1: A aceleração é a mesma.	C e E
65	A16: Partindo da mesma altura.	C e E
66	A10: Por causa da gravidade.	C
67	A2: Corpos iguais.	F
68	A1: A resistência do ar.	B
69	A11: A massa era igual.	B e D
70	P: A massa seria relevante caso fosse diferente?	--
71	A16: Teria.	D
72	P: Então na experiência do papel e do livro a massa foi relevante na queda? (pergunta para A16)	--
73	A16: Mas lá nós modificamos o papel.	E
74	A1: Não por causa da resistência do ar.	E
75	P: A resistência do ar deveria ser levada em consideração nesse caso?	--
76	P: Quais as principais diferenças entre as duas situações?	--

77	A6: O ar.	F
78	A11: A altura.	F
79	A12: Eles partiram com a mesma velocidade.	F
80	A11: O impulso.	F
81	P: Quem aplicou o impulso?	--
82	Alguns alunos: O lançador.	F
83	P: Quando vocês fizeram a experiência do livro e do papel vocês soltaram os dois! Como foi essa soltura?	--
84	A10: Em queda livre.	F
85	A6: Ao mesmo tempo.	F
86	P: Se elas chegam no solo ao mesmo tempo, por que uma das bolinhas percorre uma distância maior que a outra?	--
87	A16: Uma delas foi lançada e a outra só caiu.	F
88	A1: Força do impulso.	F

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Finalizada a etapa do “como”, iniciamos a etapa das explicações causais, em que os alunos têm que dizer o “porquê” de as esferas realizarem determinados movimentos. Nesse diálogo, os alunos apresentaram as causas dos movimentos, ao falar que as esferas caem por causa da “gravidade” (turnos 24, 25, 28 e 33) e do “lançador” (turno 26), ou seja, dando a entender que eles visualizam a presença de uma força, tanto ao considerar a gravidade como a causa do movimento quanto o dispositivo como o lançador as esferas. Porém, A5 demonstra um **conflito cognitivo**, ao usar dois conceitos distintos para justificar a causa da queda dos objetos – densidade e gravidade (turno 24). A partir das falas desses alunos, podemos supor que houve organização dos dados coletados, ao justificar que a queda dos objetos foi em decorrência da gravidade e que também conseguiram concluir os fenômenos que levaram as esferas para o chão de acordo com as trajetórias de cada uma.

Em seguida, o professor aproveita a oportunidade para fazer uma retomada do conteúdo da primeira atividade, questionando os alunos se haveria outras forças atuando nas esferas. Como resposta, A16 afirmou que a força de resistência do ar (turno 38) atuaria nas esferas, reduzindo sua velocidade (turno 40), o que indica que ele compreendeu os efeitos do ar sobre os objetos em queda livre. Este momento foi importante, principalmente para A1, que não presenciou a atividade queda do livro e do papel, e questionou se no caso das esferas terem massas diferentes se elas cairiam ao mesmo tempo (turno 43). Os próprios alunos responderam que a massa não é relevante durante a queda (turno 46), “desde que fosse desprezada a resistência do ar” (A16 - turno 47), demonstrando que eles entenderam os fatores envolvidos no movimento de queda dos corpos.

Dando continuidade à etapa de contextualização, o professor passa a questionar sobre a velocidade das esferas e sobre os movimentos realizados por elas. As primeiras respostas, entre os turnos 48 e 52, nos conduz a uma suposição de que os alunos ainda não conseguem

relacionar a presença de força (gravidade) com a variação da velocidade, ao afirmar que a velocidade de queda é constante. Para ajudá-los na construção desse conhecimento, o professor passa a questionar quanto à velocidade inicial de cada esfera ao serem lançadas pelo dispositivo. Nesse momento os alunos demonstram **atitude**, ao afirmarem que a velocidade da esfera solta era nula (turno 59) e que a velocidade da esfera que foi lançada seria “diferente de zero” (A2 - turno 62), pois em suas afirmações ele não fornecem nenhuma justificativa ou explicação de causa, mas possibilitando despertar nos outros colegas, ou a si mesmo, o início de um raciocínio acerca da situação.

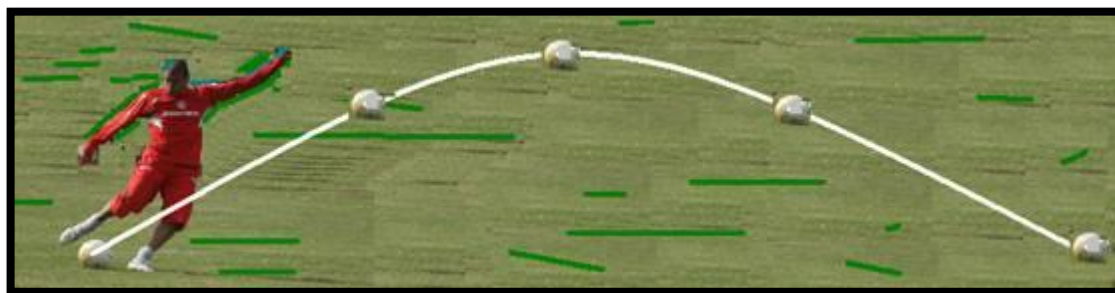
Entre os turnos 64 e 69, observa-se a presença de importantes termos, como aceleração, gravidade, resistência do ar, massa igual, que são utilizados na Física para explicar as causas dos movimentos. Esses termos utilizados de forma isolada não permitem a compreensão do fenômeno como um todo, mas pode ser utilizado pelo professor no intuito de ajudar os alunos a organizarem suas ideias, fazendo perguntas que contribuam para a construção de seus conhecimentos.

Em relação ao objetivo principal da atividade, observa-se que A16 começa a apresentar indícios da compreensão da existências de forças aplicadas em mais de direção na esfera lançada, ao argumentar que o motivo de uma delas percorrer uma distância maior seria o fato desta ter sido lançada (turno 87). Da mesma forma, A1 indica compreender que uma força, além da gravitacional, agiu sobre a esfera que foi lançada, justificando que uma força impulsiva foi a razão de uma das esferas ser lançada mais longe (turno 88). Essas falas demonstram **atitude**, pois eles arriscam uma justificativa para a causa do movimento, apresentando os primeiros indícios de compreensão da atividade.

4.4.2 Contextualização do conhecimento da atividade 4

A etapa de contextualização do conhecimento foi realizada na aula seguinte, que ocorreu no mesmo dia, utilizando uma imagem que representa a trajetória parabólica de uma bola de futebol (Figura 23). Depois de apresentar essa imagem, o professor questiona os alunos sobre as semelhanças entre a trajetória da bola e a da esfera que foi lançada na demonstração experimental.

Figura 23 - Bola em trajetória parabólica no ar



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

Para iniciar essa etapa, o professor retoma as observações sobre o experimento realizado, questionando sobre como era o movimento das esferas (Quadro 18). Durante esse momento de diálogo foi possível constatar que A2 apresenta uma concepção espontânea de que força a força pode ser armazenada nos corpos, ao afirmar que a esfera ganha força quando sua velocidade está aumentando e perde quando sua velocidade diminui (turnos 100, 106 e 117).

Quadro 18 - Contextualização do conhecimento da atividade 4

Turno	Falas transcritas	Categorias evidenciadas
94	P: Então... como era o movimento de um dos projéteis que nós disparamos?	--
95	A2: Uma parábola.	F
96	P: Enquanto o movimento de um era uma parábola, o do outro era como?	--
97	A1: Uma reta, para baixo.	F
98	P: Por que esse movimento da bola de futebol acontece?	--
99	A4: A bola ganha altitude e depois vai descendo.	C
100	A2: Ela ganha força e depois perde. A força vem do chute que o jogador faz.	C
101	A10: Depende de onde você chuta. Se você pegar ela mais para cima ela sobe, se for mais para baixo ela vai reto.	C
102	P: O que está acontecendo com essa bola para ela realizar esse movimento de subir e descer?	--
103	A1: Ela ganha aceleração... Diferente de zero.	C
104	P: O que acontece com a velocidade durante o movimento de subida e descida?	--
105	A4: Ela ganha aceleração e depois mantém constante.	C
106	A2: Ela fica constante. No começo a força é maior e depois ela fica constante.	C
107	P: O que faz a bola ir para a frente?	--
108	A16: A força do sujeito.	C
109	A6: A força.	C
110	A22: O jogador.	C
111	P: Durante o movimento...o pé do jogador não tem mais contato com a bola. Não aplicando força nela, como é possível continuar se movendo?	--
112	A14: O impulso.	C
113	A16: Por causa da energia.	C
114	A1: É tipo o caso do foguete...da atividade do foguete. É igual no foguete...o impulso cria uma força e essa força causa aceleração no objeto...corpo...na bola.	C e E
115	A16: A força impulsiva gerada pelo jogador faz com que gere energia até atingir o pico e depois ela desce.	C e E
116	P: Por que a bola para de seguir em frente?	--
117	A2: Porque ela vai perdendo a força.	C
118	A18: A velocidade cai, por que se fosse constante ela iria continuar subindo. Ela	C e E

	atinge o pico máximo e começa a cair.	
119	P: Quando ela está descendo o que acontece com a velocidade?	--
120	Turma: Aumenta.	E
121	P: O que faz a bola retornar ao chão?	
122	A16: Energia potencial gravitacional.	C
123	P: Se o jogador estivesse em um local que não tivesse gravidade... como seria a trajetória da bola?	--
124	A9: Ela ia para o infinito e além. Ele ia chutar e ela ia subir, subir e subir.	E
125	A6: Ela só ia subir, constante para cima.	E
126	A16: Ela ia subir constantemente para cima.	E
127	P: A velocidade da bola se alteraria durante esse movimento... caso não houvesse gravidade?	--
128	A10: Na mesma velocidade.	E
129	A6: Nem aumentar e nem diminuir.	E
130	A4: Ia ficar constante.	E
131	P: Por que a velocidade ficaria constante?	--
132	A1: Porque se não ia ter gravidade, a velocidade não aumenta e nem diminui.	E

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Entre os turnos 99 e 118, o professor faz diversos questionamentos, no intuito de fazer com que os alunos identifiquem os pontos importantes do movimento da bola (Figura 23), ajudando-os na organização das ideias e na compreensão do fenômeno. Nas respostas dos alunos é possível observar a presença de **explicações de causas** para o movimento da bola e a presença de diversos termos científicos, correlatos ao fenômeno, em seus discursos. Dentre esses termos, podemos destacar: aceleração; força; impulso; energia; e velocidade constante, que são importantes para a compreensão de que o movimento da bola ocorre sob efeito da força gravitacional, e que existiu uma força impulsiva, provocada pelo chute, no início do movimento. Além disso, é importante também para a compreensão de que se não houvesse a força gravitacional, juntamente com as forças dissipativas, atuando sobre a bola, a sua trajetória seria em linha reta e com velocidade constante. Compreensão esta observada nas falas de A9 (turno 124), A6 (turnos 125 e 129), A16 (turno 126), A4 (turno 130) e A1 (turno 132), que demonstram ter compreendido que somente com a aplicação de uma força, um corpo poderá ter sua trajetória ou velocidade alterada.

Finalizada a roda de conversa com os alunos, solicitamos a eles que produzissem um texto relatando a atividade realizada e os conceitos aprendidos ao longo da atividade. A análise dessas produções escritas estão presentes na seção 4.7.

4.5 Atividade 5: Júri simulado

O desenvolvimento da atividade de júri simulado teve como principal objetivo criar um ambiente de discussão, promovendo o protagonismo do aluno, enquanto aprendiz e

construtor do seu próprio conhecimento. Também objetivamos promover o uso da linguagem científica, aumentando a habilidade de resolver problemas, reforçando o poder argumentativo, colaborativo, reflexivo e crítico dos alunos. Foi um momento de verificar e avaliar o seu aprendizado do conhecimento, por meio de uma estratégia não tradicional, promovendo momentos de estudos, debates e reflexões a respeito do tema queda livre. Nessa atividade é importante que os alunos mostrem aptidão para diferenciar o conceito de massa e peso e a relação entre os tempos de queda dos objetos, além de expressarem sua habilidade de debater, posicionar-se, defender ideias, observar e questionar sobre temas de Ciências.

A parte da preparação, primeiro momento da atividade, foi dividida em duas aulas, sendo a primeira destinada à divisão dos grupos e explicação da atividade. O segundo encontro foi realizado na aula seguinte, para que os alunos se reunissem nos grupos e alinhassem seus trabalhos.

4.5.1 Organização da atividade do júri simulado

O primeiro passo desta atividade foi verificar o que os alunos sabiam sobre júri, questionando-os sobre o que um tribunal de júri faz? Para essa pergunta, obtemos as seguintes respostas:

A5: “Ele decide a pena. Analisa o caso dos presidiários!”.

A1: “Ele decide se você é culpado ou inocente!”.

A8: “Ele julga crimes!”.

Na sequência o professor questiona sobre o que seria necessário para que um júri ocorresse:

A5: “É um colegiado, tem um juiz e um júri com sete ou mais. Eles que decidem a pena!”.

A8: “Advogados!”.

A4: “Um caso”.

Esse diálogo inicial se mostrou importante para verificar, previamente, se os alunos têm noção do que seria um júri simulado. Em seguida, como forma de orientação para os alunos, o professor entregou um roteiro (Anexo I), com o passo a passo da atividade, as funções dos grupos e um material de apoio, que foi embasado em Fiolhais e Paiva (1992) e Silva (2018).

Depois de discutir suas concepções sobre o que é um júri e as funções de cada um dos participantes, os grupos foram constituídos, conforme os interesses de cada aluno em desempenhar as funções apresentadas. Além dos papéis tradicionais de um júri, criou-se também os grupos de jornalistas, de forma a incluir os demais alunos e também aqueles ausentes nesse dia. A relação dos alunos de cada grupo e suas funções são apresentadas no Quadro 19.

Quadro 19 - Funções definidas para cada aluno da turma

Divisão dos Grupos	
Função	Aluno
Advogados de acusação	A4 e A11
Advogados de defesa	A1 e A5
Testemunha de acusação	A2, A7 e A23
Testemunha de defesa	A3, A9 e A24
Jurados	A12, A20, A21, A25, A26, A27 e A28
Jornalistas	Os demais alunos da turma, incluindo os que estavam ausentes no momento
Juiz	Discente do curso de Licenciatura em Física

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

A aula seguinte foi destinada ao esclarecimento de dúvidas, relacionadas ao júri simulado, e também para que os alunos estudassem seus papéis e se preparassem para o momento do julgamento. Para esta preparação, alguns grupos optaram por se reunirem em outros ambientes da escola, como a biblioteca e o auditório.

4.5.2 Realização da etapa de julgamento do júri simulado

O julgamento foi iniciado com a fala do juiz, que fez a abertura dos trabalhos, relatando a temática que seria julgada e passando a palavra aos advogados para suas alegações iniciais (Quadro 20 - turno 2). Na fala de A11 (turno 4), como advogado de acusação, constata-se o **uso da temática**, quando ele relaciona a queda dos corpos com a velocidade e a força de resistência do ar que atua sobre os objetos, sendo um aspecto importante para que o aluno consiga construir suas argumentações. Também apresenta justificativas, ao explicar em quais condições a teoria de Galileu é válida, apresentando **consistência e coerência em seus argumentos**. A apresentação das condições nas quais a teoria de Aristóteles é válida, bem como a de Galileu, são evidências de que este aluno entende o conceito que está sendo abordado, conseguindo fazer uso desses argumentos para defender suas ideias.

Quadro 20 - Interrogatório da testemunha (A3) pelos advogados (A4 e A1)

Turno	Fala transcrita	Categoria evidenciada
2	J: 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.	--
3	J: Convoco o advogado de acusação para fazer suas alegações iniciais.	--
4	A11: Aristóteles disse que a velocidade da queda de um corpo é proporcional à força motriz e inversamente proporcional à força de resistência que não se verificava na prática. Revelando a existência da ação de uma força que exercia grande influência sobre a queda dos corpos. Dando assim, nova oportunidades de seguir novos conceitos sobre a resistência do ar... Eu quis dizer que a teoria de Aristóteles está correta, pois a teoria de galileu só é válida em um contexto privado, enquanto a teoria de Aristóteles é válida com a resistência do ar. A minha tese de defesa, que irei utilizar, é a teoria aristotélica da gravidade, que afirma que todos os corpos se movem em direção ao seu lugar natural e a minha tese acusatória é a afirmativa de Galileu que só se torna válida para corpos que estão no vácuo, ou seja, livre de resistência do ar ou em ar com a resistência desprezível. Desta forma o movimento é denominado queda livre.	1 e 3
5	J: Convoco o advogado de defesa para fazer suas alegações iniciais.	--
6	A1 (O aluno está muito nervoso): A ABA está processando a ABG, por que eles consideram a teoria de Galileu uma afronta a mais de dois milênios de estudo de Aristóteles. Para a Ciência duvidar é um direito de todos, mas para duvidar é preciso provar com argumentos e experimentação. É o que nós da ABG, advogados da defesa, vamos fazer aqui hoje. Vamos apresentar provas... e, por meio de argumentos, que a teoria de Galileu está sim correta.	1
7	J: Convoco a primeira testemunha de defesa, A3.	--
8	A4: Galileu afirma que dois corpos de massas diferentes podem cair ao mesmo tempo. Mas a um contexto privado ao vácuo... Você confirma isso? (pergunta para A3)	2
9	A3: Não... Galileu Galilei afirma que dois objetos de massas diferentes, pode sim cair ao mesmo tempo no chão, o que também pode acontecer com a interferência e resistência do ar... mas a teoria dele se diz basicamente sobre isso... dois objetos de massas diferentes sim eles caem ao mesmo tempo no chão. Como exemplos... bolas de metais, onde suas massas possuem pesos diferentes, soltas ao mesmo tempo de mesma altura... elas caem sim no chão ao mesmo tempo.	1, 2 e 3
10	A4: E se fosse uma esfera e uma folha ou uma pena?	2
11	A3: Nesse caso estaria sofrendo interferência do ar.	1 e 2
12	A4: Por que?	--
13	A3: O ar age de forma que cria uma pressão entre o objeto que leva ele a cair...	1, 2 e 3
14	A4: Quais objetos ele utilizou em sua primeira teoria?	--
15	A3: Ele usou esferas de massas diferentes.	--
16	A4: Onde?	--
17	A3: Na torre ... não lembro o nome.	--
18	A4: Se você soubesse bem como defender o seu réu... saberia que esse não foi o primeiro experimento. O primeiro experimento que Galileu fez, foi com uma esfera... colocou num plano inclinado e fez a esfera rolar. Enquanto rolava, contava cada gota com uma garrafa de água e chegou à conclusão que uma esfera rolando em um plano...	1 e 3
19	A1: Isso tem relevância? (A1 interrompe o interrogatório, com pedido de objeção)	2
20	A4: Claro que tem, foi o primeiro experimento de seu cliente. Mesmo assim sua testemunha não sabe e nem vocês.	--

21	A1: O que você quer provar com isso?	--
22	A4: Que vocês não fazem pesquisa suficiente para saber responder o que o cliente de vocês fizera.	--
23	A1: A pergunta inicialmente não foi essa.	--
24	A4: Eu perguntei o experimento que ele fez.	--
25	J: Convoco advogado de defesa A1, para interrogar a testemunha de defesa (A3).	--
26	A1: Sabe-se que Aristóteles propôs que se soltar dois corpos de massas diferentes de uma mesma altura e ao mesmo tempo, o corpo de mais massa e mais peso chegará primeiro ao chão. Mas estudos provam que isso não acontece de verdade, se você soltar dois corpos de massas diferentes ao mesmo tempo e na mesma altura desconsiderando a resistência do ar, em certos casos, vão todos chegar no chão ao mesmo tempo. Você sabe por que isso acontece?	1
27	A3: Por que o peso do objeto não interfere na queda. Pois o objeto é puxado pela gravidade da Terra.	1, 2 e 3
28	A1: Então você está dizendo que a força gravitacional puxa os objetos na mesma velocidade?	1 e 2
29	A3: isso.	--

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Nas alegações iniciais da defesa, feita por A1 (turno 6), é possível observar a presença de elementos, como “a teoria de Galileu”, “apresentar provas”, “argumentos e experimentos”, que caracterizam o uso da temática, importantes para indicar que o aluno compreende o assunto discutido, sendo necessários para a formação dos argumentos que serão utilizando do decorrer da atividade. É importante salientar que, no processo de aprendizado, o aluno – como principal sujeito envolvido – deve estar em uma posição capaz de promover o desenvolvimento de suas capacidades intelectual e cognitiva. Assim, ao evidenciar o uso da argumentação, vinculada à temática em estudo, constata-se que os alunos se dedicaram ao estudo e aprofundamento sobre o tema, indicando seu interesse por fazer Ciências.

Ao interrogar a testemunha de acusação, A4 (turno 8) faz menção à teoria da queda livre de Galileu, temática principal da atividade, o que indica uma capacidade em fazer o uso do tema, demonstrado compreensão do assunto. O aluno apresenta as condições em que essa teoria é válida, mostrando que sua compreensão sobre o tema foi eficaz promoverão estabelecer um raciocínio lógico, auxiliando na sua argumentação.

Em seguida, A3 faz uso de termos relacionados à temática, como a interferência da resistência do ar (turno 9), além do uso de justificativa que evidencia a ocorrência do fenômeno em outras ocasiões, indicando compreensão do assunto. Ainda nessa fala, podemos observar a utilização de uma argumentação coerente e consistente, ao defender seu ponto de vista. No diálogo estabelecido entre A3 (testemunha de defesa) e A4 (advogado de acusação), pode-se observar o estabelecimento de um **discurso transicional**, quando A4 faz uma nova pergunta (turno 10), articulando-a com a fala anterior de A3. Esse discurso, de acordo com Melo e Vieira (2022), está relacionado a um argumento coerente e consistente, seguido de

uma justificativa, no qual o aluno deve ser capaz de perceber a sua necessidade para potencializar sua afirmativa ou questionamento.

Em um outro momento (turno 18), A4 traz informações sobre outros experimentos realizados por Galileu, demonstrando que houve um aprofundamento ao se inteirar do assunto, o que nos fornece indícios de que houve interesse pelo conhecimento científico por parte desse aluno. Essa atitude, de estudar o tema discutido, possibilita o enriquecimento de seu poder argumentativo, indo além dos limites mínimos exigidos na atividade, se inserindo em uma cultura científica. Para Carvalho (2013), a atividade de conhecimento científico serve para introduzir o aluno em uma cultura científica, o que pode ser observada nessa fala de A4, ao perceber o interesse em adentrar na história da Ciência.

Após A4 concluir seus questionamentos à testemunha de defesa (A3), o advogado de defesa (A1), apresenta uma contextualização da teoria de Galileu e questiona A3 sobre o porquê de corpos de massas diferentes chegarem ao mesmo tempo ao chão. Em sua resposta (turno 27), A3 destaca outros termos relacionados à queda livre (“peso” e “gravidade”), como sendo os responsáveis pela queda dos corpos, indicando a capacidade de **articular o assunto** em seu discurso e **compreensão do fenômeno**, ao envolvê-lo com outras temáticas. Essa fala indica também que o aluno é capaz de apresentar um argumento conciso e coeso em relação ao assunto, além da evidência de enculturação científica no decorrer do processo argumentativo, com o uso de termos que circundam o tema principal. Coerência também observada na fala seguinte de A1 (turno 28), ao apresentar uma nova pergunta, fazendo referência à temática da atividade, e se demonstrado ser capaz de produzir questionamentos peculiares a seu estudo.

Dando prosseguimento ao julgamento, passou-se ao interrogatório de uma nova testemunha de acusação (A2) e outra de defesa (A9). No diálogo estabelecido entre os advogados e essas testemunhas (Quadro 21) observa-se o uso de termos e expressões relacionados ao conceito abordado na atividade, como: “gravidade”; “peso”; “soltar de uma mesma altura e ao mesmo tempo”, o que indica que esses alunos apresentam conhecimento sobre o tema em discussão, demonstrando uma capacidade deles em estabelecer um discurso com argumentos que relacionam sua fala com a de outrem. Em relação a isso, os alunos demonstram ser capazes de promover um **discurso transicional**, bem como trazer elementos que enriquecem sua **argumentação científica**.

Quadro 21 - Interrogatório das testemunhas (A2 e A9) pelos advogados de defesa (A5 e A1) e de acusação (A4 e A11)

Turno	Fala transcrita	Categoria evidenciada
31	J: Convoco a testemunha de acusação (A2), para ser interrogada pelo advogado de defesa (A5).	--
32	A5: Eu queria começar fazendo uma pergunta, já que vocês afirmam que a teoria de Aristóteles sobre a queda dos corpos está certa... Eu quero que você me prove por que Aristóteles está certo nessa teoria?	--
33	A2: A teoria de que dois objetos de massas diferentes um cai primeiro que o outro?	--
34	A5: Aham.	--
35	A2: Devido, de qual objeto você estaria falando?	--
36	A5: O primeiro experimento dele.	--
37	A2: Ele pegou duas bolas de metal de massas iguais e soltou de uma altura igual... e soltou ao mesmo tempo, caindo no chão de forma igual.	1
38	A5: Esse experimento também foi feito por Galileu na torre de Pisa. Agora eu quero que você me fale, por que Galileu estaria errado em relação a esse mesmo experimento que ele fez na torre de Pisa?	--
39	A2: Por que ele usou esferas iguais de massas diferentes.	1
40	A5: Não, ele usou esferas de pesos diferentes. Ele jogou e observou que caíam ao mesmo tempo, então por que ele está errado?	1 e 2
41	A2: Devido a resistência do ar.	1
42	J: Convoco advogado de defesa (A1) para interrogar testemunha de acusação (A2).	--
43	A1: Você acabou de dizer que corpos de massas diferentes, não chegam no chão ao mesmo tempo! Por que não?	1 e 2
44	A2: Em relação à gravidade. A gravidade altera o peso dela e ela ganha mais velocidade... sendo constante ou variável. Determinado espaço ou altura elas vão adquirir uma velocidade constante.	1 e 2
45	A1: Certo, então se eu soltar dois objetos de mesmo formato com massas diferentes, você afirma que a com mais massa chega no chão primeiro?	1 e 2
46	A2: Isso!	--
47	A1: Só um momento que vou buscar as provas! (A1 pega duas garrafas pet de dois litros, uma cheia e outra vazia).	--
48	A1: Esses dois objetos possuem o mesmo formato. Você concorda que esse objeto (mostrando a garrafa cheia) possui mais massa do que esse objeto (mostrando a garrafa vazia). Então se eu soltar os dois de uma mesma altura e ao mesmo tempo, o mais pesado chegar primeiro, certo? (A1 realiza o experimento e solta as garrafas.)	1 e 2
50	A1: Então como você explica o que todos acabamos de ver? Acabamos de ver dois objetos. Observa-se que ambos os objetos chegaram no solo ao mesmo tempo. Mesmo um sendo mais pesado que o outro, tendo mais massa que o outro. Sendo então, a teoria de Aristóteles errada. Por que Aristóteles afirma que dois objetos de massas diferentes, não chegarão no solo ao mesmo tempo. Você concorda com o que ele disse?	1
51	A2: Sim, ele afirma que dois corpos com massas diferentes o mais pesado chegará no chão primeiro.	1
52	A1: Você afirma isso, mesmo vendo que o contrário foi provado?	--
53	A2: Sim.	--
54	J: Convoco advogado de acusação (A4) para interrogar testemunha A2.	--
55	A4: Quero que você me explique a diferença entre a massa e o peso do objeto?	1
56	A2: Massa é a matéria do objeto e peso é o que ela ganha entre a relação com a gravidade e ganhando velocidade durante a queda.	1
57	A4: E por que um objeto mais robusto entre outro mais plano e maleável, o robusto chega primeiro que o maleável?	1 e 2
58	A2: Devido a sua planificação, o objeto mais planificado recebe mais resistência do ar, ele acaba demorando mais para chegar no chão. Já o outro objeto não, por isso ele chega mais rápido no chão.	1, 2 e 3
59	A4: Dois objetos de formas robustas?	1
60	A2: Se tivesse a mesma massa chegariam juntos ao chão.	1 e 3

61	A4: E com massas diferentes?	
62	A2: Chegariam em tempos diferentes.	1 e 2
63	A4: Mas, porém, eles chegam juntos. O que Galileu afirma que objetos de massas diferentes podem chegar juntos. E se não for a massa do objeto que interfere na queda, mas sim o objeto que é usado?	1, 2 e 3
64	A2: Aí teria, acho... que a resistência do ar... que interfere também... e a parte gravitacional também interfere.	1
65	A4: Fazer um experimento com objetos iguais é muito fácil, pois eles podem furar o tecido da resistência do ar ao mesmo tempo. Mas se for um objeto maleável e um mais robusto, o objeto maleável e mais leve... claramente ele não vai ter força suficiente para furar o tecido do ar. Portanto... cada objeto que é plano e maleável... claramente... simplesmente ele vai retardar a chegada ao solo, ao contrário de objetos iguais. Talvez não seja nada relevante a diferença de massas.	1, 2 e 3
67	J: Convoco advogado de acusação (A11) para interrogar a testemunha A9.	--
68	A11: No experimento de Galileu Galilei ele usou um astronauta chamado David Scoott, no Apolo 15 e foi até a Lua e demonstrou um martelo e uma pena caindo no mesmo tempo. Certo? (A11 busca uma pena e um martelo.)	1
70	A11: O que você vai ver agora é a prova do que foi confirmado, certo? Quem vai cair primeiro?	1
71	A9: Por conta da resistência do ar o martelo vai cair primeiro.	1 e 2
72	A11: Eu só perguntei quem vai cair primeiro?	--
73	A9: Martelo.	--
74	A11: Além dessas condições de eliminar a resistência do ar e atrito, qual outra condição de Galileu que na teoria dele não interferiu na queda desse corpo?	1
75	A9: A massa, por que a massa não é proporcional à gravidade e isso é uma das coisas que Galileu disse que é irrelevante à queda dos corpos em queda livre.	1, 2 e 3
76	A11: Então por que no vídeo foi comprovado pelos cientistas de Galileu que foi usado a resistência do ar e atrito?	1
79	J: Convoco advogado de defesa (A1) para interrogar a testemunha A9.	--
80	A1: Eu realmente tenho um vídeo que pode realmente contestar a teoria de Aristóteles. Perdão! Ele não contesta a teoria de Aristóteles, ele prova que dois objetos, um martelo e uma pena podem chegar no solo ao mesmo tempo, se desconsiderar a resistência do ar. Como por exemplo ser solto no vácuo. (Advogado A1 apresenta o vídeo que é transmitido na lousa digital para todos no tribunal.)	1 e 3
82	A1: Como todos puderam ver no vídeo, David Scoott um astronauta que foi em uma missão na Apolo 15, soltou na superfície lunar dois objetos, um martelo e uma pena. Ao soltar esses dois objetos ambos chegaram no chão ao mesmo tempo. Por que isso acontece?	1
83	A9: Por que na atmosfera da Lua não há resistência do ar como na Terra e consequentemente os objetos de massas diferentes caem ao mesmo tempo no chão. E isso é um dos motivos que eles usam roupas espaciais, por que lá no vácuo é tudo vazio.	1, 2 e 3
84	A1: Certo! Então você confirma que se desconsiderar a resistência do ar, ambos os objetos cairão ao mesmo tempo?	1 e 2
85	A9: Confirmando!	--
86	A1: É o que Galileu afirma. Se desconsiderarmos a resistência do ar, ambos os objetos podem chegar no solo ao mesmo tempo. Obrigado.	1

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Ao tentar explicar a diferença entre massa e peso de um objeto (turno 56), A2 faz uso da temática, mas acaba cometendo um erro conceitual, ao afirmar que “peso é o que ela ganha”, o que é considerado como sendo uma **concepção espontânea**, que diversos alunos carregam consigo, de que força é algo que ganhamos ou perdemos, que pode ser armazenada. Observamos também que A4 faz o uso da temática (turnos 63 e 65), ao relatar que objetos de

massas diferentes podem chegar juntos no chão, e ainda ser capaz de questionar que o que interfere na queda dos objetos não é sua massa, mas sua forma, indicando possuir habilidade de relacionar suas observações com os conceitos aprendidos durante as atividades. Essas falas corroboram com a afirmação de Alcântara et al. (2015, p.19), de que atividade como o júri simulado é uma estratégia de ensino capaz de colocar os alunos em uma condição de defensor de um argumento, mesmo que não seja o correto, observando-se a construção e desconstrução de conceitos através do discurso, e trabalhando temas correlatos à **temática** norteadora.

A partir das falas de A1 e A7, entre turnos 88 e 104, é possível observar a presença de termos científicos, relacionados ao tema, e justificativas para os argumentos usados em seus discursos. Ao realizar seu questionamento sobre a temática principal (turno 88), A1 demonstra entender a essência do seu trabalho de advogado de defesa, argumentando quanto às evidências propostas nos diversos referenciais teóricos, contidos nos livros didáticos que tratam do assunto queda livre, contribuindo para enriquecer o debate, fornecendo subsídios para o estabelecimento de um diálogo com seu colega, de modo a reforçar a defesa de seu ponto de vista.

Dando continuidade à atividade, o advogado de defesa (A1) passa a arguir a testemunha de acusação (A7), questionando-a sobre a teoria de Aristóteles (Quadro 22). Em sua fala (turno 91), o aluno se contradiz ao usar um exemplo que faz menção à teoria de Galileu, para justificar o questionamento do advogado A1. Porém, entende-se que o aluno desejou fazer uma relação que justificasse o porquê de uma folha de papel chega no chão após um livro, quando soltos de uma mesma altura e ao mesmo tempo. Nessa fala (turno 91), A7 quis dizer que Galileu estaria certo ao considerar a resistência do ar, que está presente na Terra. Portanto a fala do aluno vai no mesmo sentido do conceito abordado na teoria de Galileu. Sendo ele uma testemunha de acusação, seriam necessários argumentos que defendesse Aristóteles e derrubasse a teoria adversária.

Quadro 22 - Interrogatório das testemunhas de acusação (A7 e A23) pelos advogados (A1 e A4) e alegações finais

Turno	Fala transcrita	Categoria evidenciada
87	J: Convoco advogado de defesa (A1) para interrogar a testemunha de acusação (A7).	--
88	A1: Aristóteles afirma que ambos os objetos se soltos de uma mesma altura e ao mesmo tempo, o de maior massa chegará no chão primeiro. Correto?	1
89	A7: Correto!	
90	A1: E por que ele afirmou isso? Por que se ele tivesse feito vários testes ele poderia ver o contrário.	2
91	A7: Por que ele usou objetos que realmente são relevantes na resistência do ar. Como uma folha de papel e um livro. Claro que o livro vai chegar primeiro, por que é muito relevante já que a gente mora em um planeta onde há e é necessária a resistência do ar.	1

92	A1: Certo, mas Galileu fez suas afirmações se baseando em desconsiderar a resistência do ar. Por que então isso seria um problema para vocês que defendem a teoria de Aristóteles?	1, 2 e 3
93	A7: Galileu provou para outras pessoas com a resistência do ar, que duas esferas de pesos diferentes soltas do alto da torre de Pisa chegam ao mesmo tempo no chão, então ele não baseou a teoria dele desconsiderando a resistência do ar, ele considerou a resistência do ar.	1, 2 e 3
94	A1: Você disse que Aristóteles fez seus experimentos usando objetos que recebem interferência da resistência do ar. Você deu exemplo do caderno e do livro e uma folha de papel. Se soltarmos as duas ao mesmo tempo e da mesma altura, o que acontecerá? (A1 está com os objetos na mão e realiza o experimento)	1 e 2
95	A7: O livro chega primeiro.	
96	A1: Correto! Sabe explicar por que isso acontece?	
97	A7: Sei! A resistência do ar age contra a folha, fazendo diminuir a velocidade dela.	1, 2 e 3
98	A1: Mas você tem que se lembrar que Galileu Galilei fez suas afirmações desconsiderando a resistência do ar. Vocês da academia de Aristóteles estão fazendo suas acusações levando em consideração que Galileu afronta mais de dois mil anos de experimentos. Mas todas as teorias de Galileu foram baseadas desconsiderando a resistência do ar.	1, 2 e 3
99	A7: Não!	
100	A1: Sim, todas foram! Em casos específicos como você disse... o caso de uma folha de papel ser solta junto com o caderno caírem com velocidades diferentes são exceções... Aristóteles afirma que corpos de massas diferentes não podem cair no chão ao mesmo tempo! (Aluno A1 amassa a folha de papel). Mas amassando a folha de papel... não vai mudar a massa dela?	1, 2 e 3
101	A7: Vai concentrar, por isso ela chega junto!	2
102	A1: A massa continua sendo a mesma! O peso continua sendo o mesmo!	1 e 2
103	A7: Mas com a folha amassada você concentra a massa!	2
104	A1: Podendo afirmar então que o problema não é a massa do objeto como Aristóteles afirma! (Ela afirma depois de mostrar o experimento para os jurados e para os jornalistas.)	1 e 2
105	J: Convoco advogado de acusação (A4) para interrogar a testemunha de acusação (A7).	--
106	A4: Você poderia explicar novamente o que ela fez com a folha de papel?	--
107	A7: Ela usou dois exemplos, com a folha aberta e com a folha amassada. Com a folha amassada a massa da folha é mais concentrada, então a resistência do ar não age da mesma forma como ela aberta, por que não é tão concentrada como ela amassada.	1, 2 e 3
108	A4: O Aristóteles tinha dito e afirmado: há existência da ação de uma força que age com grande influência sobre a queda dos corpos, deixando assim, oportunidade para outros cientistas. Tecnicamente, Galileu não descobriu que a resistência do ar é algo inexplicável, quem descobriu foi Aristóteles. Só que ele não usou e não fez a teoria com a exceção do ar e sim com o ar, por isso chegou à conclusão de que corpos com massas diferentes podem sim cair em tempos diferentes. Mas dependendo do tipo de objeto, mesmo que a massa seja diferente, eles caem ao mesmo tempo. Não são as massas, é simplesmente o formato do objeto. Um objeto maleável e mais plano, claramente vai demorar mais tempo para cair, por que o ar, age contra o corpo fazendo com que ele demore e não faça ele perfurar o tecido da resistência do ar. Você poderia me dizer quais foram os objetos que Aristóteles usou em seu experimento?	1, 2 e 3
109	A7: Uma pena e uma esfera.	--
110	A4: Esse vídeo que eles usaram é irrelevante, nós estamos na Terra ou na Lua?	2
111	A7: Na Terra!	--
112	A4: Então por que eles usaram um vídeo que foi feito na Lua sem o ar? Nós estamos na Terra e não na Lua. Então esse vídeo não poderia ser usado, tem que ser com um contexto aqui a Terra.	1 e 2
113	J: Convoco advogado de defesa (A5) para interrogar a testemunha de acusação (A23).	--
114	A5: Em 1836 um estudante da academia de Galileu afirmou que os experimentos de Aristóteles nunca foram efetuados precisamente da forma que é referido, como a acusação apresenta. Como você pode me explicar isso?	1
115	A23: Não sei dizer nada.	--
116	A5: O que você pode me provar que Aristóteles fez seus experimentos precisamente?	--

	Como você pode me provar? Você tem algum experimento ou você pode se basear em alguma coisa?	
117	A23: Teoria de que ele deixou cair uma pena e uma maçã.	--
118	A5: Por que essa seria a teoria certa?	--
119	A23: Por que a maçã tem uma massa mais pesada e a pena mais leve, então a maçã vai cair primeiro.	1
120	J: Convoco advogado de defesa (A1) para interrogar a testemunha de acusação (A23).	--
122	A1: A acusação afirmou que nós não estamos na Lua. Mas vale lembrar que Galileu fez experimentos, ele fez afirmações. Afirmou que desconsiderando a resistência do ar, ambas as massas caem sim ao mesmo tempo. Deve se lembrar que a ciência da abertura para todos contestarem e apresentarem seus casos e afirmações. O que aconteceu, que anos depois das afirmações de Galileu, cientistas usando bombas de vácuo e viajando ao espaço, para provar as teorias de Galileu Galilei, que é como todos sabem, desconsiderando a resistência do ar, todos os corpos podem chegar no solo ao mesmo tempo. Se após mais de dois mil anos conseguiram provar que a teoria de Aristóteles não estava 100% certa, por que continuam defendendo-o como se fosse?	1, 2 e 3
123	A23: Por que é o óbvio.	--
124	A1: Como assim o óbvio? Não é óbvio para mim!	--
125	A23: Por que está dentro da nossa realidade.	--
126	A1: Então você apresenta sua opinião sem nenhuma prova ou motivo, só apenas é o óbvio e eu acredito nisso.	--
127	J: Convoco advogado de acusação (A4) para interrogar a sua testemunha de acusação (A23).	--
128	A4: Aristóteles afirma que uma força motriz age sobre o corpo em queda. Você poderia me dizer que tipo de força é essa?	1
129	A23: A resistência do ar.	1
130	A4: Quem foi o primeiro que citou a resistência que age sobre os corpos?	--
131	A23: Aristóteles.	--
132	A4: O próprio Galileu afirmou que esse experimento dele só é vinculado e feito em um local a vácuo e sem resistência do ar. Porém, não foi Galileu que fez o experimento do espaço, na Lua, foi outro cientista. Então esse feito não foi de Galileu, foi de outro cientista, simplesmente pegaram esse experimento que Galileu iniciou, assim como Aristóteles e concluíram dando um ponto de vista diferente. Na ciência nada se pertence à apenas um cientista, na ciência pertence a todos os cientistas que trabalham em conjunto. Se um faz uma descoberta, o outro vai lá e continua, até chegar a uma conclusão que possa ser aceita pelas pessoas. Então por que o Galileu simplesmente assume que a teoria é dele, se quem iniciou foi Aristóteles?	1, 2 e 3
133	J: Convoco advogado de defesa (A1) para suas alegações finais.	--
134	A1: É claro que um cientista pode continuar o experimento de outro. Foi exatamente o que aconteceu. Na época de Aristóteles, ele não tinha todos os materiais necessário, não tinha toda a tecnologia necessária para provar suas alegações e suas teorias. Hoje em dia, como a ciência prova, objetos podem sim cair ao mesmo tempo se soltos de uma mesma altura, mesmo tendo suas massas diferentes. Então, mesmo Galileu não tendo provado diretamente que ele fez o experimento, outros cientistas conseguiram provar. Hoje está claro para a ciência que a teoria de Galileu é verdadeira. Obrigado a todos.	1, 2 e 3
135	J: Convoco advogado de acusação (A4) para suas alegações finais.	--
136	A4: Ela falou uma coisa errada! Objetos de formatos diferentes não podem cair juntos ao mesmo tempo. Principalmente se for um objeto plano e maleável, eles cairão em tempos diferentes. Um objeto plano não tem a possibilidade de furar o tecido da resistência do ar. Somente um objeto rígido, objetos iguais podem, de massas diferentes também podem, mas objetos diferentes de massas diferentes não podem. O próprio Galileu afirmou várias vezes que a teoria dele só pode ser usada e feita em uma local a vácuo sem a resistência do ar. Mas quem citou as forças de resistência que agem em corpos em queda foi Aristóteles, deixando uma pequena parte e um gostinho de quero mais para outros cientistas concluírem. Galileu foi lá e apenas pegou a teoria que já estava feita praticamente, e fez em outro lugar, usando esferas diferentes, mas a sua testemunha falou que ele usou duas esferas subindo na torre de pisa e soltou, porém, esse não foi o primeiro experimento. Ele pegou uma esfera, pegou um objeto plano, mas não maleável e colocou inclinado e soltou. Colocou uma garrafa embaixo com	1, 2 e 3

	água e cada gota que saia ele contava como um segundo. Chegou à conclusão que uma esfera pode chegar dois segundos mais tarde, do que quando está numa queda de corpo. Se um objeto é solto de um prédio ele cai um segundo mais rápido do que outro que desce em um plano inclinado.	
137	J: Ordeno que os jurados se desloquem para a sala de reunião para tomarem a decisão e redigir o texto de anúncio.	--
139	A21: Nós júri decidimos que os advogados que defenderam a teoria de Galileu pelas demonstrações comprovaram que a teoria está correta. Eles apresentaram provas e uma delas foi um vídeo e nele mostrava objetos e corpo massas diferentes caindo ao mesmo tempo, desconsiderando a resistência do ar e com isso nós decidimos que ela está correta.	1
140	J: O réu está absolvido de qualquer acusação e sua teoria, por se tratar de uma verdade, comporá todos os livros de sua autoria e que podem ser publicados a partir desta data	--
141	J: Sessão encerrada. (Juiz bate o martelo)	--

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Em seguida, A1 faz uso do próprio contexto da fala de A7 para formular uma outra pergunta, demonstrando ser capaz de promover um discurso que contempla a temática abordada, a partir da fala de seu colega, indicando possuir conhecimento sobre o assunto. Ao responder a pergunta que lhe fora feita, A7 utiliza novamente o conhecimento construído com a atividade de queda livre, afirmando que Galileu considerou que a atuação da resistência do ar em ambas esferas seria igual, pois teriam a mesma forma, e extrapolou sua teoria para objetos de formas diferentes soltos quando não houvesse resistência do ar. Nessa fala (turno 93), A7 demonstra habilidade em fazer uso dos conceitos estudados, bem como um discurso coeso e coerente.

Para reforçar sua argumentação, A1 se retira da sala e busca materiais para realizar outro experimento (turno 100), proposto por ela e volta segurando duas garrafas pet, uma cheia com um líquido rosa e outra vazia. Ao utilizar esse experimento a aluna busca justificar a fala de A7 (turno 93) sobre a teoria de Galileu, repetindo o experimento dele, usando objetos iguais e de massas diferentes, mostrando que eles chegam no chão ao mesmo tempo, quando soltos de uma mesma altura. Essa atitude demonstra o interesse pela Ciência e indícios de que o aluno é capaz de produzir conhecimento científico a partir da experimentação, mostrando que o uso de experimentos pode ser usado na comprovação de uma teoria, além de enriquecer o uso dos argumentos. Após realizar o experimento, A1 volta a reforçar (turno 98) que a teoria de Galileu desconsidera a resistência do ar, e que as acusações dos aristotélicos não têm fundamento (turno 98), fazendo uso coerente dos termos que justificam a teoria de Galileu.

Na oportunidade, A1 finaliza sua intervenção realizando outro experimento, usando uma folha de papel amassada e um livro, mostrando que mesmo com a resistência do ar um objeto mais leve pode chegar no chão ao mesmo tempo que um objeto mais pesado,

comprovando os argumentos de Galileu, a quem está defendendo, buscando elementos (dados) para justificar suas afirmativas (turno 100).

Nas alegações finais da defesa (turno 134), A1 demonstra que entende a importância de um cientista continuar os trabalhos de outros, até mesmo por que os recursos podem ser limitados, dependendo da época em que cada um viveu. Sua fala demonstra convicção de que a teoria de Galileu sempre esteve correta, mesmo não tendo sido capaz de prova-la naquela época, mas sua confirmação se deu por meio de experimentos realizados hoje em dia, devido à tecnologia moderna. Nesta fala, A1 indica compreender a necessidade de um trabalho colaborativo no meio científico, ao dizer que “um cientista pode continuar o experimento de outro”. Além disso, ele utiliza em sua **argumentação** elementos como “não tinha toda a tecnologia necessária para provar suas alegações e suas teorias”, indicando entender que a Ciência e a Tecnologia caminham juntas. Também é observado o uso de termos relacionados à **temática**, como a justificativa para as condições necessárias para que os objetos cheguem no chão ao mesmo tempo, na perspectiva de Galileu Galilei.

As alegações finais da acusação (turno 136) baseia-se na teoria de Aristóteles, afirmando que objetos de massa diferentes não podem chegar no chão juntos. Para justificar sua fala, A4 diz que o próprio Galileu afirmava que sua teoria só era válida em um local sem resistência do ar. No entanto, existe uma contradição nesta fala, tendo em vista que durante o interrogatório A1 realizou um experimento utilizando uma folha de papel e um livro, provando que dois objetos de massa diferentes podem chegar ao chão ao mesmo tempo. É possível destacar nessa fala que A4 tenta refutar os argumentos de A1, mas acaba se contradizendo, como no caso da comprovação feita por A1. Observa-se na fala de A4, a presença de elementos que indicam o **uso da temática**, ao expressar as condições para que os corpos cheguem ao mesmo tempo no chão, além de afirmar que o trabalho de Galileu, na verdade, foi uma sequência dos estudos Aristotélicos, demonstrando ser capaz de criar **argumentos** para defender sua teoria, por meio de um **discurso transicional**, reunindo elementos para sustentar sua justificativa.

Finalizada a etapa de interrogatório e as alegações finais dos advogados, o corpo de jurados se reuniu em uma seção fechada para redigir o texto que definiria o resultado do julgamento, cuja leitura foi realizada por A21:

“Nós júri, decidimos que os advogados que defenderam a teoria de Galileu pelas demonstrações comprovaram que a teoria está correta. Eles apresentaram provas e uma delas foi um vídeo e nele mostrava objetos e

corpo de massas diferentes caindo ao mesmo tempo, desconsiderando a resistência do ar e com isso nós decidimos que ela está correta”.

Constatamos no texto desse veredito que os jurados consideraram que as argumentações e as provas apresentadas, juntamente com os vídeos e experimentos, foram essenciais para comprovar que alegações teoria de Galileu estava correta. Esse veredito indica que os jurados levaram em conta a importância de se realizar experimentos que comprovem a veracidade dos fatos, demonstrando que, para eles, não basta apenas alegar, defender um ponto de vista, é necessário também comprovar na prática.

4.5.3 Roda de conversa: momento de reflexão

Ao encerrar o julgamento, foi dado início a uma roda de conversa, com o objetivo propiciar um momento de reflexão e discussão sobre a atividade, cujo diálogo está transcrito no Quadro 23.

Quadro 23 - Roda de conversa sobre a atividade de Júri Simulado

Turno	Fala transcrita	Categoria evidenciada
142	P: A teoria de Aristóteles é datada de alguns séculos. Nós fizemos um confronto entre duas teorias e ele deu a possibilidade de que mesmo que ela tenha prevalecido por séculos, ela pudesse ser alterada, assim como, aquele que veio e disse que ela estava errada e provou na sua circunstancia que ela estava errada, ele também pode ser confrontado e questionado. Vocês foram capazes de criar argumento e provas e por muito pouco, acredito eu, quem acusou Galileu não venceu. Os argumentos foram muito bons de ambos os lados, todo mundo conseguiu chegar no objetivo que deveria. Agora precisamos levar em consideração o seguinte, vocês acham que a ciência é imutável?	--
143	Diversos alunos: não!	--
144	P: Me deem argumentos pra justificar a resposta de vocês!	--
145	A1: Por exemplo... a tecnologia avança... as pessoas conseguem, dependendo da época... daqui milhares de anos consigam evoluir alguma coisa de nossa ciência de agora que a gente não saiba. O planeta muda, as pessoas mudam, tudo muda.	3
146	P: Por que vocês acham que a ciência pode mudar?	--
147	A11: Por causa da tecnologia. A tecnologia é inovada todos os dias, em todos os instantes. Cada pessoa tem argumento diferente, tem ideias diferentes, tem mentes diferentes, isso que ajuda a tecnologia ser inovada. Isso significa que a tecnologia é a mesma coisa da ciência, cada pessoa com seus pensamentos diferentes faz com que a ciência se evolua juntamente com a tecnologia.	2 e 3
148	P: Já que o assunto tecnologia foi levantado, qual a relação entre ciência e tecnologia?	--
149	A1: Tecnologia foi criada pela ciência.	3
150	A28: A tecnologia foi avançada por causa da ciência.	2 e 3
151	A4: Conforme a tecnologia avança a ciência também avança. Quanto mais tecnologia mais possibilidades as pessoas vão ter para fazer novos testes e criar novas possibilidades na ciência.	2 e 3
152	P: Vocês participaram de um julgamento... vocês se prepararam... qual foi a principal arma de vocês nesse julgamento?	--
153	A5: O argumento.	2

154	A8: Provas.	2
155	P: Esse argumento foi um argumento qualquer?	--
156	Turma: Não!	--
157	P: Como foi esse argumento?	--
158	A5: Baseado nas teorias.	2
159	P: Esse argumento que vocês usaram foi baseado em que?	--
160	A1: Nos estudos.	2
161	A28: Estudos.	2
162	P: Qual a origem desses estudos?	--
163	A5: Fazendo experimento.	1
164	A11: Cálculos.	1
165	P: Qual a base de toda teoria e argumentação utilizada por vocês?	--
166	A4: Pesquisas, teses, teorias, fatos viáveis, provas, com texto científico.	2

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

As falas de A1 (turno 145) e A11 (turno 147), que representaram respectivamente a defesa e a acusação, contêm argumentos que se fundam nos conceitos aprendidos e nos fatos observados durante a atividade, justificando que a Ciência pode mudar de acordo com o avanço tecnológico, demonstrando habilidade para discorrer sobre o assunto em uma roda de conversa. Aproveitando o surgimento do tema tecnologia, o professor questiona sobre sua importância para a Ciência, obtendo como resposta, de A11 e A4, que o desenvolvimento tecnológico é influenciado pelas pessoas e pelos avanços da Ciência (turnos 147 e 151). Isso demonstra que esses alunos compreenderam que a Ciência é regida por interesses pessoais, que os pensamentos diferentes de cada pessoa são importantes para promover o avanço científico e tecnológico, e se conscientizando de que a Ciência é mutável.

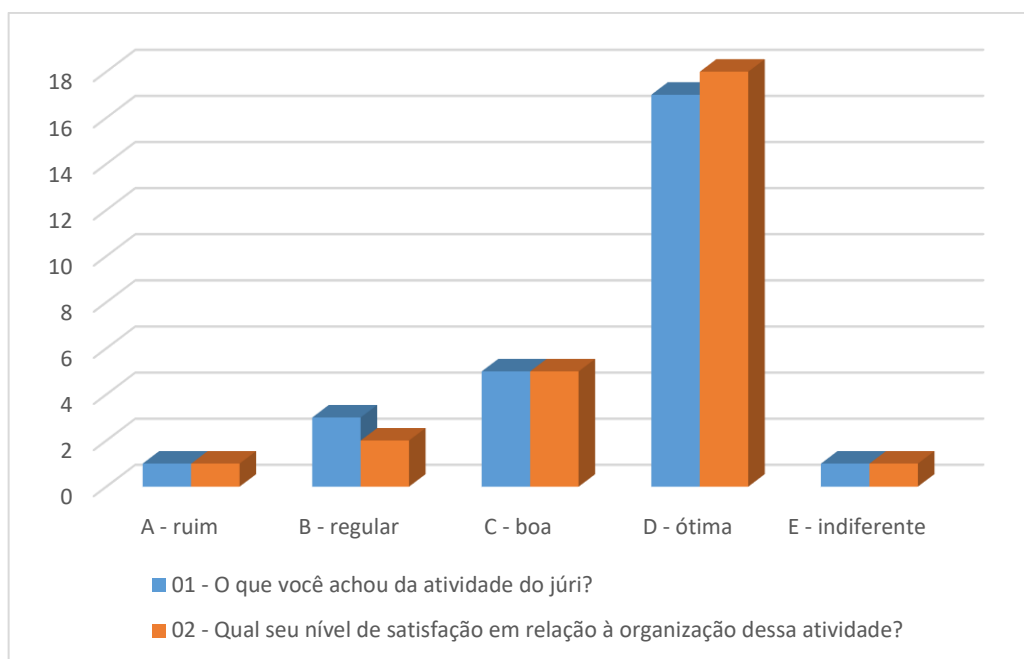
Ademais, os alunos afirmaram que a argumentação é uma das principais ferramentas utilizada na atividade de Júri Simulado, e que para o seu uso as pessoas devem estudar, fazer experimentos, se fundamentar em teorias, teses e textos. Com essas falas fica claro a compreensão dos alunos sobre a importância da argumentação para defender uma teoria, e que para isso eles precisam se fundamentar em outras teses e ficar atentos para compreenderem os argumentos dos outros, para justificarem os seus argumentos.

Para que isso seja possível, são necessários estudos extra e leitura prévia para preparar seus argumentos na defesa de sua opinião, demonstrando, assim, o desenvolvimento da autonomia do aluno enquanto estudante. A partir dos resultados do júri simulado, observamos um grande empenho dos alunos em se aprofundar no assunto proposto, e o uso de experimentação para reforçar a defesa de sua ideia. Nesse sentido, concordamos com Melo e Vieira (2022), que a argumentação é uma necessidade científica e social, e o aluno que consegue desenvolver essa competência se tornará mais colaborativo, crítico e reflexivo.

4.6 Avaliação do questionário sobre o júri simulado

Findada a roda de conversa, os alunos responderam um questionário, contendo seis perguntas (Anexo II) sobre suas percepções e sugestões em relação à atividade de júri simulado. Ao analisarmos o grau de satisfação em relação à participação na atividade de Júri Simulado, constatamos que mais de 80% dos respondentes consideraram a atividade ótima ou boa (Figura 24).

Figura 24 - Gráficos com as respostas das questões 1 e 2 do questionário

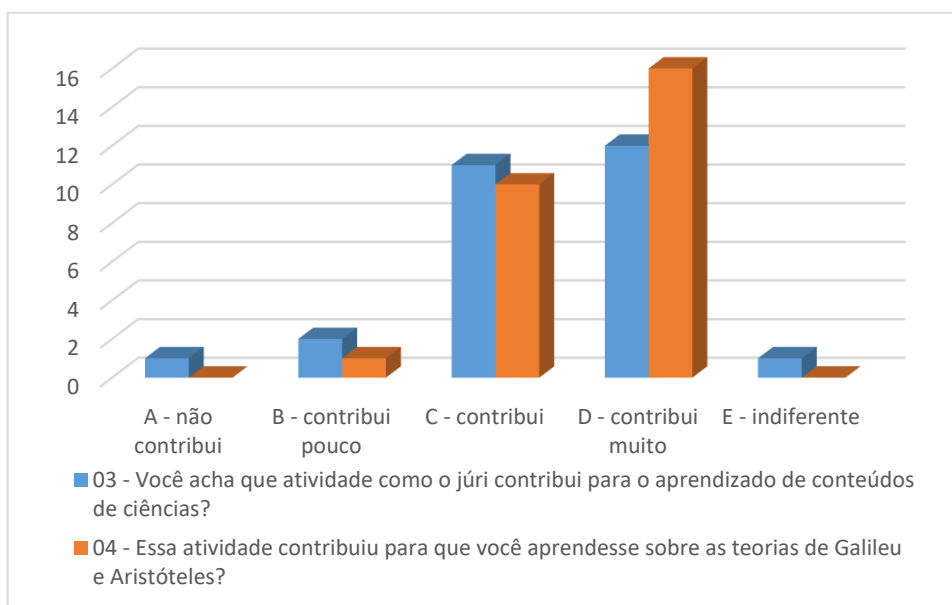


Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

De forma semelhante, cerca de 90% deles acredita que esta atividade contribuiu para o aprendizado em Ciências, principalmente relacionado às teorias de Galileu e Aristóteles (Figura 25).

Em diálogos informais com os participantes, eles afirmaram que as aulas de Física se tornaram mais motivadoras e que passaram a gostar de estudar a disciplina, o que não acontecia antes. Relataram também que no início, por se tratar de uma atividade nova, eles tinham muito receio, e se sentiram, em alguns momentos, inseguros durante o processo de preparação da atividade.

Figura 25 - Gráficos com as respostas das questões 3 e 4 do questionário



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Em relação ao que os alunos mais gostaram na atividade, podemos destacar: 1) “o confronto de ambas as partes com provas e argumentos”; 2) “a sua organização para a simulação foi muito boa, pois ela deu ênfase para vários detalhes de um julgamento real”; e 3) “do fato de ser uma atividade fora do comum e deu para aprender melhor sobre as teorias de Galileu e Aristóteles de uma forma mais descontraída”. Essas respostas mostram o quanto os alunos almejam por atividades que fogem do tradicionalismo, e que eles estão prontos para usufruir dos benefícios que as estratégias de ensino podem oferecer para uma formação em Ciências e, conseqüentemente, a sua Alfabetização Científica.

Dentre as sugestões para promover mudanças na atividade, podemos citar: 1) “uma plateia com mais pessoas”; 2) “que os colegas aprendam a respeitar mais os resultados”; 3) “que os participantes não levassem para o lado pessoal”; e 4) “falar mais alto e mais tempo para estudar”. Entende-se que em uma situação como essa, os alunos se envolvam muito com o processo de organização da atividade, necessitando de mais tempo para se preparar, o que pode ocorrer devido a insegurança ao falar em público. Além disso, é possível perceber que alguns alunos não conseguiram aceitar que os seus argumentos não foram suficientes para convencer o corpo de jurados, o que pode sugerir uma falta de colaboração entre os participantes. Assim, verifica-se a necessidade de mais momentos que envolvam os alunos em atividades colaborativas, para que aprendam a defender suas ideias, porém, também aprendam a respeitar a decisão da maioria, ou seja, uma decisão democrática.

4.7 Atividades de avaliação: análise da produção escrita/sistematização individual

Toda atividade escolar proposta aos alunos precisa ser avaliada para que o professor verifique os resultados de seu trabalho a partir do aprendizado de seus alunos, além de avaliar a necessidade de implementar novos recursos, caso seja necessário, para garantir que o processo de ensino-aprendizagem e os objetivos sejam alcançados.

A avaliação de atividades desenvolvidas em sala de aula deve acontecer com o intuito de contribuir para o aprendizado de cada envolvido, e tendo a consciência de que essa avaliação deve oportunizar aos alunos um momento de exposição de suas ideias quanto aos conceitos abordados. Para Carvalho (2013, p.18), a avaliação “não deve ter o caráter de uma avaliação somativa, que visa a classificação dos alunos, mas, sim, uma avaliação formativa que seja instrumento para que os alunos e professor confirmem se estão ou não aprendendo”.

Dessa forma, as atividades trabalhadas nessa SEI, exceto o júri simulado, foram avaliadas por meio de relatórios escritos, dando aos alunos a liberdade de expressar suas opiniões, seus argumentos, suas abstrações, sua compreensão, seus desejos e seu aprendizado como um todo. No júri simulado, alguns alunos apresentaram reportagens como forma de avaliação escrita, se diferenciando das demais atividades, pois apenas os alunos que compunham os grupos de jornalistas precisaram confeccioná-las.

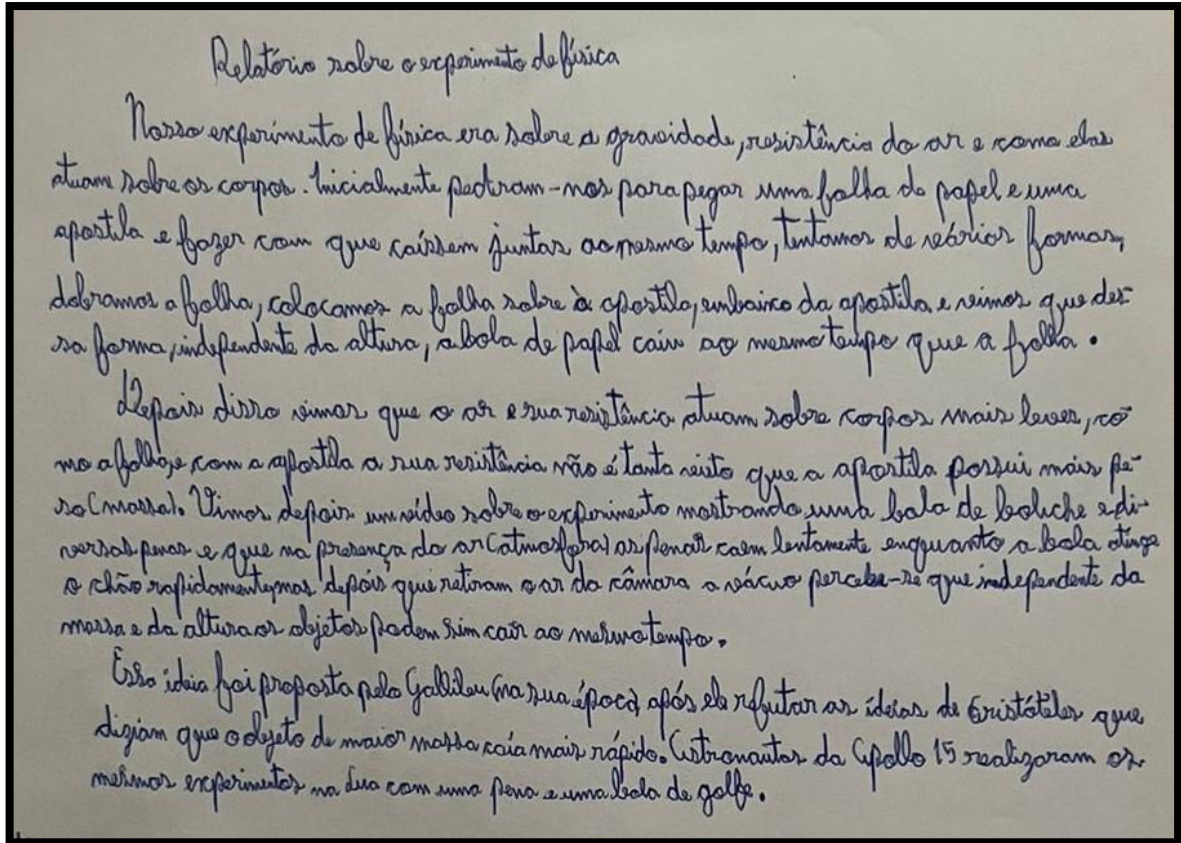
Nas próximas subseções serão apresentadas e analisadas algumas produções escritas dos alunos, tanto os relatos das atividades investigativas quanto ao texto jornalístico do júri simulado. Sobre a escolha das produções escritas analisadas, optou-se pelos textos mais legíveis e que apresentassem elementos característicos em relação aos demais textos, como termos científicos e demonstração de conhecimento procedimental. Por se tratar de uma grande quantidade de textos, com muita semelhança entre eles, foram selecionadas apenas duas produções escritas de cada atividade. Também levamos em consideração para essa escolha a participação dos alunos, selecionado aquelas daqueles que menos participaram nas rodas de conversas, a fim de verificar sua compreensão em relação às atividades.

4.7.1 Avaliação das produções escritas relativas à atividade 1

Nesta seção iremos discutir sobre a produção escrita de dois alunos, A9 (Figura 26) e A16 (Figura 27), realizadas no final da atividade 1. O texto de A9 nos chamou a atenção pela

quantidade de detalhes apresentados e pela organização do seu texto e escrita legível. O texto de A16, além de estar bem legível e da coerência com as etapas da atividade, também há desenhos, que complementam sua explicação.

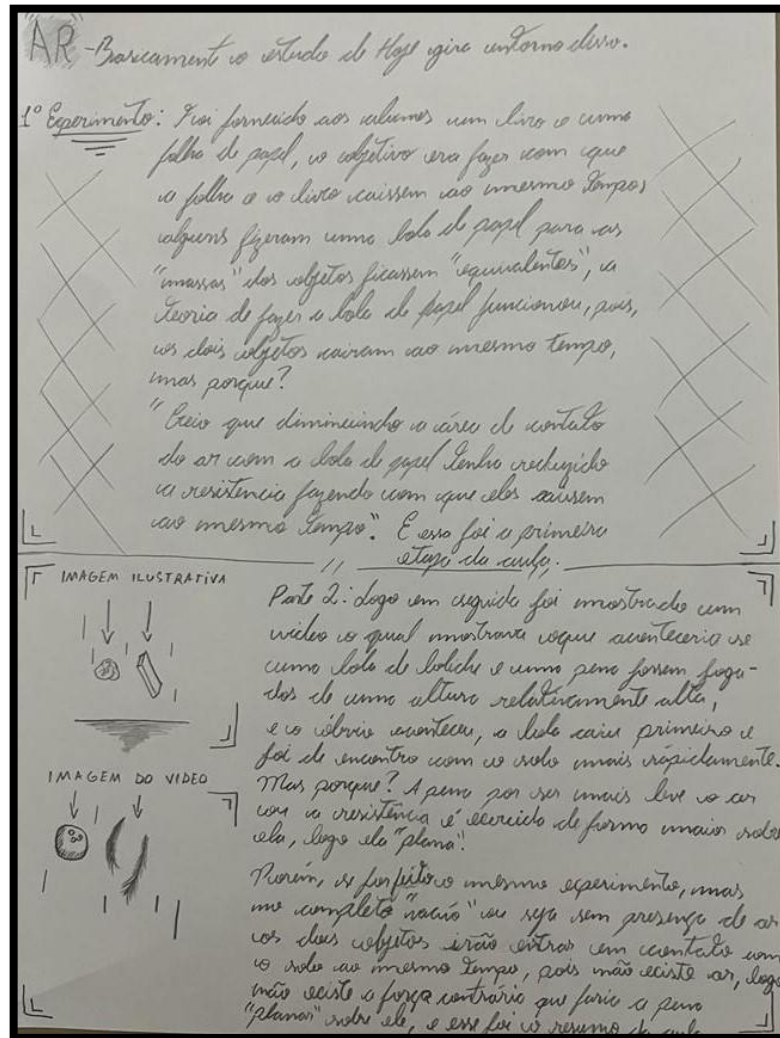
Figura 26 - Produção escrita de A9 – atividade 1



Fonte: Acervo do autor, 2022.

Ao iniciar seu texto, A9 (Figura 26) demonstra que houve participação e **colaboração** do grupo ao fazer uso do termo “nosso”, para iniciar o primeiro parágrafo, além dos termos “pediram-nos”, “tentamos” e “colocamos”, expressando assim o uso de verbos de ação no plural, o que, de acordo com Carvalho (2013), são capazes de indicar **aprendizado atitudinal**. Além disso, podemos destacar que o aluno descreve os procedimentos e ações para resolver o problema, evidenciando **aprendizado procedimental**. Nessa produção, observamos que A9 é capaz de redigir um texto científico ao apresentar os procedimentos, fazer uso de termos científicos como resistência do ar, peso, massa, vácuo, atmosfera, altura, tempo para relatar sua experiência durante a atividade, além de demonstrar interesse pela Ciência.

Figura 27 - Produção escrita de A16 – atividade 1



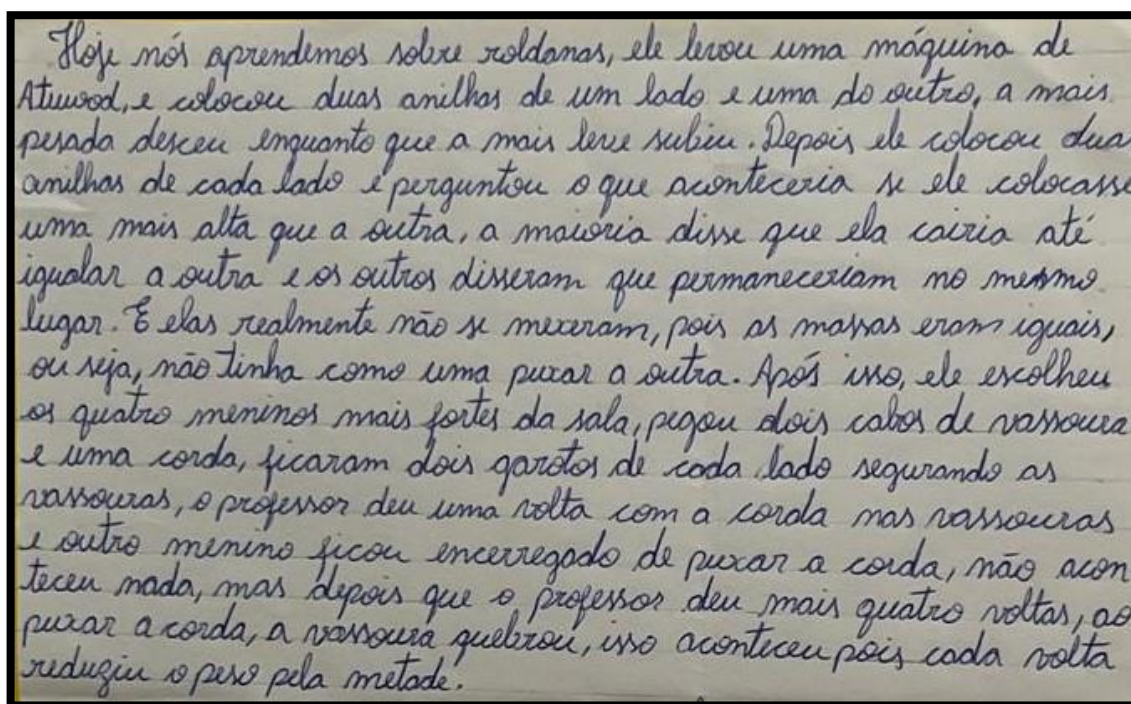
Fonte: Acervo do autor, 2022.

Na produção de A16 (Figura 27), além do texto há também a presença de desenhos, que ilustram os momentos de experimentação em grupo e o vídeo usado na contextualização do conhecimento. Em seu texto, A26 relata as causas de ter conseguido fazer a folha de papel chegar no chão ao mesmo tempo que o livro: “diminuindo a área de contato do ar com a bola de papel”. Nessa fala podemos avaliar que A16 compreendeu a razão de conseguir fazer com que a folha chegasse no chão ao mesmo tempo que o livro, indicando sua ação para chegar a esse feito. Também se observa uma **aprendizagem procedimental**, ao descrever os procedimentos que utilizaram para solucionar o problema, porém não expressando atitudes colaborativas por não fazer uso de verbos de ação no plural. Todavia, A16 faz uso de termos relacionados ao conceito proposto na atividade, indicando entender a presença de uma força provocada pela presença do ar, que atua em sentido contrário ao movimento do objeto.

4.7.2 Avaliação das produções escritas relativas à atividade 2

No relato de A26 (Figura 28) podemos avaliar que houve envolvimento dos participantes do grupo, quando ele utiliza o termo “*nós aprendemos*”, indicando um **aprendizado colaborativo**. Além disso, ele traz uma descrição da atividade, contendo uma relação dos dados observados e a importância para o entendimento do conceito trabalhado, ao afirmar que o professor “*perguntou o que aconteceria se ele colocasse uma mais alta que a outra (os pesos), a maioria disse que ela cairia até igualar a outra... e elas realmente não se mexeram, pois as massas eram iguais, ou seja, não tinha como uma puxar a outra*”. Este demonstra ainda que A26 entendeu o objetivo do experimento, ao informar que forças iguais em sentidos opostos podem equilibrar um corpo. Nesse sentido, entende-se que o aluno compreende a causa do equilíbrio e que para movimentar o sistema era preciso massas diferentes, o que nos fornece indícios de **aprendizado conceitual**.

Figura 28 - Produção escrita de A26 – atividade 2



Fonte: Acervo do autor, 2022.

No texto de A17 (Figura 29), fica evidente que ele buscou elementos para compreender a razão do equilíbrio entre os corpos, ao afirmar que “observei”, no sentido de observar o experimento. Podemos avaliar que o aluno comparou as duas situações, com pesos iguais e com pesos diferentes, justificando as causas do equilíbrio, bem como a causa do

movimento acelerado, demonstrando **aprendizado conceitual**. Neste relato, A17 considerou que o equilíbrio teve como causa os objetos terem massas iguais, além de observar que a altura não foi relevante para mudar a condição de equilíbrio, reforçando compreensão da situação observada.

Figura 29 - Produção escrita de A17 – atividade 2

Observar que se os dois lados da corda estiverem com o mesmo peso ou massa, estarão em equilíbrio pois a força gravitacional não puxa mais um lado que o outro, pelo motivo que ambos os lados possuem o mesmo peso, mesmo que um esteja mais perto da mesa (ou solo) que a outra; ou quando uma estiver mais pra cima ou para baixo que a outra, mas se um lado for mais pesado que o outro, o lado com mais peso vai ser puxado para baixo e enquanto o lado mais leve vai subir.

Na segunda aula o professor explicou e mostrou a utilidade das roldanas em obras e pelo elevador, já que roldanas podem multiplicar nova força enquanto estivermos puxando a corda amarrada em algum objeto pesado, como por exemplo, um saco de cimento com mais de 100kg. Calem climo, no meio da sala de aula, nos fizemos um teste/experimento com uma corda e dois cabos de varrovira, e nesse teste/experimento 5 pessoas participaram para mostrar na prática o efeito da roldana de multiplicar a força de quem de algo que puxa a corda, com isso, quatro pessoas em duplas, com cada dupla com um cabo de varrovira em mãos, frente a frente com a outra dupla, e uma pessoa responsável por puxar a corda. Quanto mais voltas a corda fazia nos cabos de varrovira as juntado perto uma a outra, mais força era adicionada ao do indivíduo que puxava a corda; No final da demonstração um dos cabos quebrou no meio.

Fonte: Acervo do autor, 2022.

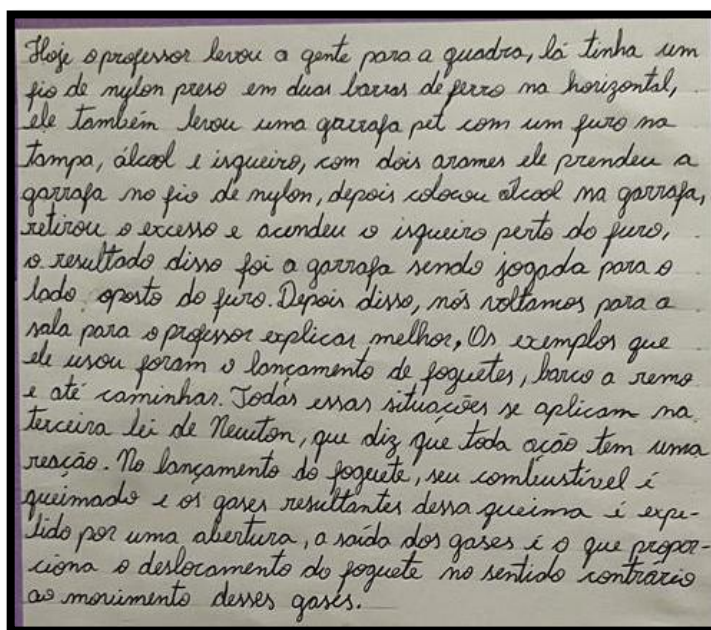
Na segunda parte do seu relato (Figura 29), A17 informou sobre os potenciais usos das roldanas no dia a dia, citando as obras e os elevadores, demonstrando ter compreendido a finalidade desse instrumento no auxílio de tarefas que envolvem grande esforço. No final da sua escrita, A17 relata os procedimentos realizados na etapa de construção do moitão, cujo o objetivo era mostrar a eles o uso de um sistema de roldanas na realização de tarefas

cotidianas. Diante dessa narrativa textual, fica claro que o aluno apresenta indícios de **aprendizado procedimental**, ao descrever as etapas da atividade em que participou.

4.7.3 Avaliação das produções escritas relativas à atividade 3

Ao explicar todo o procedimento realizado na atividade da “garrafa a jato” (Figura 30), A26 destaca os materiais e os métodos utilizados, indicando um **aprendizado procedimental**, evidenciado pela descrição das estratégias utilizadas para resolver o problema. Em seu texto, A26 relata a causa do movimento da garrafa, relacionando-a com a terceira lei de Newton, e explica que o foguete queima o combustível para gerar força de ação e obter uma reação para que ele se movimenta no sentido oposto à saída dos gases, indicando **aprendizado conceitual**.

Figura 30 - Produção escrita de A26 – atividade 3



Fonte: Acervo autor, 2022.

No caso do relato de A11 (Figura 31), consta que o professor apresentou uma figura de uma pessoa caminhando, com o intuito de verificar a aplicação da terceira lei de Newton, em que é necessária uma força de ação para gerar uma reação e provocar o movimento, durante o caminhar. O relato desse aluno indica uma tentativa de explicar as situações abordadas na atividade, justificando as causas do movimento da pessoa e do foguete.

Figura 31 - Produção escrita de A11 – atividade 3

Foi apresentado duas situações, uma delas foi o ato de andarmos e é possível porque ao aplicarmos a força peso no solo, recebemos uma força de mesma intensidade.

É a chamada 3ª lei de Newton que diz que se aplicarmos uma força em uma direção e sentido recebermos uma força de mesma direção em um sentido oposto de mesmo módulo. Ou seja, a mesma intensidade e chamada "ação e reação", sem ela não conseguimos manter o equilíbrio. Ou melhor não conseguimos nem se movimentar.

A segunda demonstração foi qual lei está relacionado quando um foguete é lançado pro espaço o professor nos fez varias perguntas que nos deixava mais sem palavras, e chegamos a conclusão que é preciso que resulte uma força que atuem em um foguete é calculada pela diferença entre o empuxo (direcionado para cima) e o peso dele (direcionado para baixo). Para o mesmo conseguir subir é preciso que o empuxo gerado por seus motores seja maior do que a força peso que atua nele.

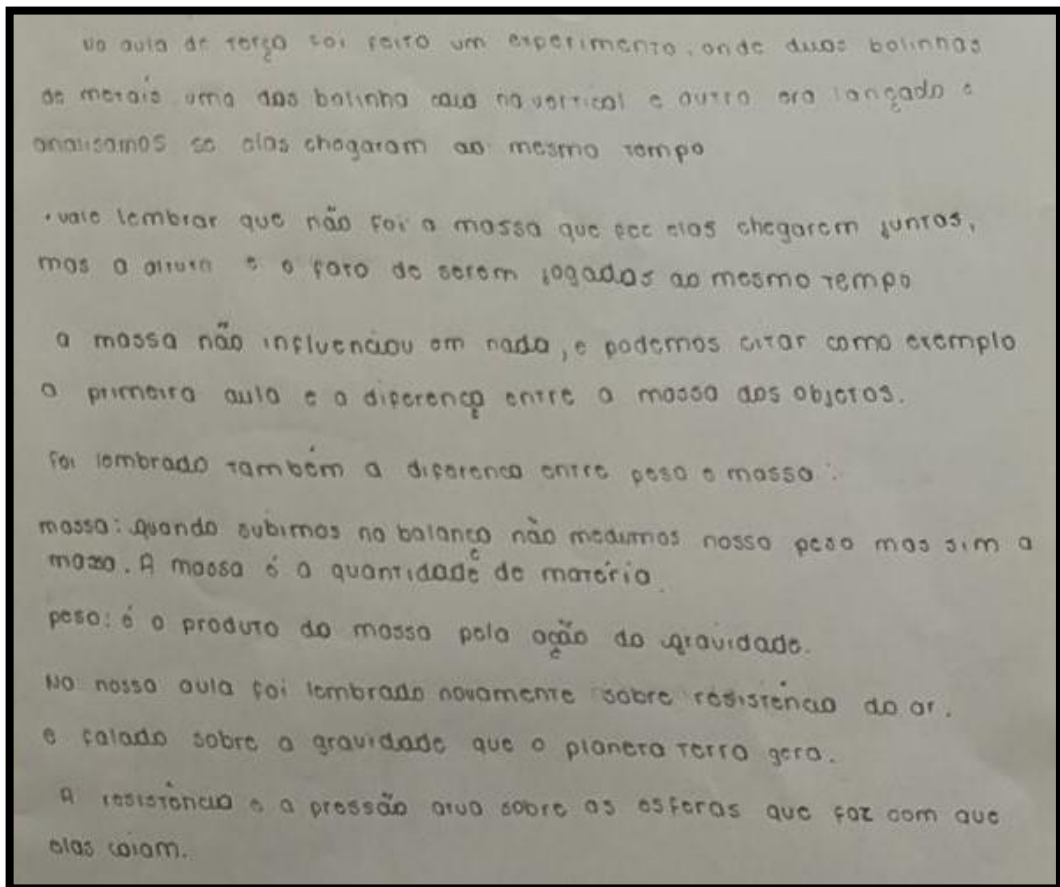
Fonte: Acervo autor, 2022.

As justificativas sobre as causas dos movimentos da pessoa e do foguete indicam **aprendizado conceitual**, ao expressar que nessas situações existe a necessidade de uma força de reação para haver movimento. Isso pode ser evidenciado nas seguintes passagens: “ao aplicarmos a força ... recebemos a força de mesma intensidade” e “se aplicamos uma força em uma direção e sentido recebemos uma força de mesma direção e sentido oposto e de mesmo módulo, ou seja, a mesma intensidade”. Essas afirmativas são coerentes com a proposta da atividade em promover a compreensão da terceira lei de Newton, visto que o aluno descreve o conceito abordado na atividade, caracterizando um **aprendizado conceitual**.

4.7.4 Avaliação das produções escritas relativas à atividade 4

O relato de A13 (**Figura 32 - Produção escrita de A13 – atividade 4** Figura 32) indica que ele compreendeu as condições para que os objetos cheguem no chão juntos, justificando essa situação na frase “... o fato de serem jogadas ao mesmo tempo”, indicando **aprendizado conceitual**. Outro indício de aprendizado está na expressão: “a resistência e a pressão atua sobre as esferas”, demonstrando entender que em situações de movimento também haverá influência da força de resistência do ar, que foi trabalhado anteriormente, e da pressão, que é um termo que foi utilizado com muita frequência nas rodas de conversas, e que reforçam a presença de aprendizado conceitual.

Figura 32 - Produção escrita de A13 – atividade 4

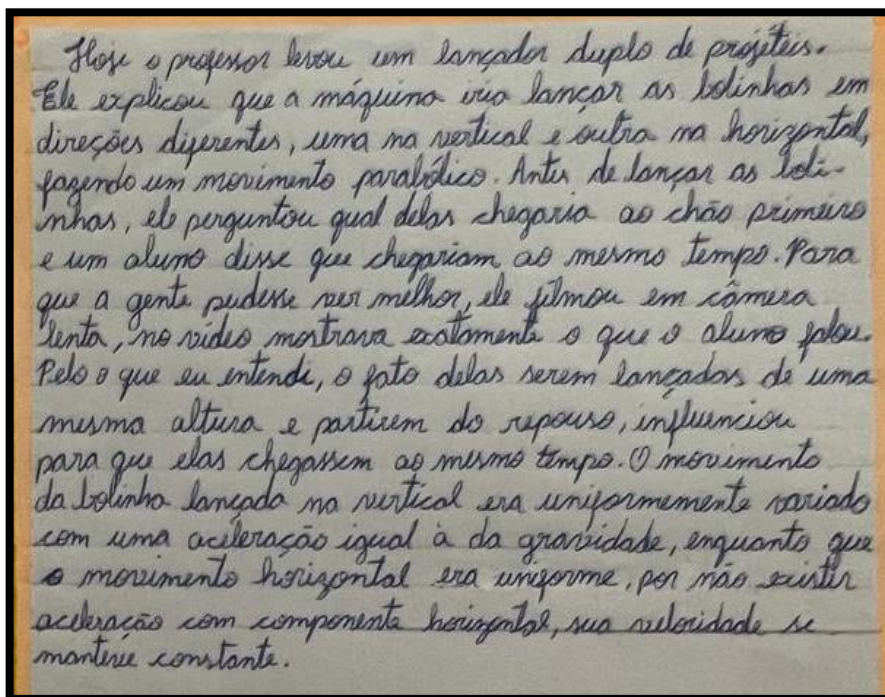


Fonte: Acervo do autor, 2022.

O texto de A26 (Figura 33), traz os procedimentos realizados durante a atividade 4, ressaltando a importância da filmagem em câmera lenta para que eles pudessem visualizar melhor o movimento das esferas. Além disso, ele menciona que um de seus colegas levantou

uma hipótese sobre qual das esferas chegaria primeiro no chão, relatando que o vídeo foi esclarecedor para que eles conseguissem visualizar a situação. Esta referência à hipótese apresentada pelo colega, indica que ele estava atento às falas de seus colegas, e mesmo não tendo participado muito das rodas de conversa, ele conseguiu entender os conceitos abordados na atividade, demonstrando **aprendizado atitudinal e colaborativo**.

Figura 33 - Produção escrita de A26 – atividade 4



Fonte: Acervo do autor, 2022.

Em seu texto, A26 demonstra que compreendeu a proposta da atividade, ao justificar as razões que permitiram os objetos chegarem no chão ao mesmo tempo, indicando como fatores relevantes o fato de terem sido disparadas de uma mesma altura e por terem partido do repouso. Em relação aos tipos de movimento, A26 utiliza termos relacionados com a temática, como: “direções diferentes”; “movimento parabólico”; “chegariam ao mesmo tempo”; “movimento vertical”; “movimento horizontal”; “uniformemente variado”; e “uniforme”. Ao falar sobre o movimento vertical e horizontal dos projéteis, ele atribui qualidade e justifica a existência da aceleração da gravidade como causa do movimento uniformemente variado na vertical e ausência de aceleração na horizontal, sustentando um movimento uniforme nesta direção, conceitos trabalhados nas atividades anteriores e que podemos considerar como base para seu relato, indicando **aprendizado conceitual**.

4.7.5 Avaliação das produções jornalísticas relativas ao Júri Simulado

Na atividade do júri simulado, o trabalho dos três grupos de jornalistas foi redigir uma matéria para ser veiculada em um jornal fictício. Para analisar essas reportagens buscamos identificar traços que indicassem o levantamento de informações relevantes à temática abordada, e que deve indicar a capacidade de analisar os dados observados para produção de um texto científico. A seguir vamos destacar as três “matérias jornalísticas” produzidas pelos grupos que se intitularam como “TEENS” (Figura 34), “D1” (Figura 35) e “TRK” (Figura 36).

Figura 34 - Reportagem produzida pelos jornalistas do grupo "TEENS"



Fonte: Acervo autor, 2022.

Na reportagem da Figura 34, os alunos fizeram uma introdução na matéria, indicando ao leitor o assunto tratado no julgamento, e, em seguida, fizeram a exposição de todos os elementos experimentais usados como recurso para provar as teorias pelas partes da defesa e acusação. A matéria é sucinta, porém esclarecedora, e demonstra que os alunos concordam que um problema dentro da Ciência precisa de prática e de outros recursos, como os visuais, para comprovar os fatos e chegar à decisão a favor de Galileu. Essas características observadas indicam a presença de **aprendizado conceitual**, e que os alunos são capazes de produzir texto científico para veiculação de informações.

Figura 35 - Reportagem produzida pelos jornalistas do grupo “D1”

O julgamento inicialmente era pra decidir qual dos dois cientistas estão corretos, Aristóteles ou Galileu. Aristóteles , defende que corpos de massa diferentes e Galileu é contra essa teoria.
Galileu dizia que :“Um corpo em movimento sobre uma superfície plana continuará na mesma direção e a velocidade constante a menos que seja perturbado”

Durante o julgamento a defesa de Galileu mostra a primeira prova de que Aristóteles está errado, pegando uma garrafa com água e outra vazia e jogando ambas da mesma altura, e ambas caem juntas.

Durante o julgamento um vídeo foi apresentado pela defesa de Galileu, a defesa de de Aristóteles fala sobre o vídeo, mas não mostra nenhuma prova de que o vídeo realmente existe, logo depois a defesa de Galileu mostra uma prova e retruca falando que realmente tem o vídeo. No final o júri decidiu que Galileu estava com a teoria certa.

Durante o julgamento houveram diversas desavenças das duas partes, é no final uma das advogadas de Aristóteles se exaltou bastante , nas considerações finais. Mas no geral foi um julgamento muito tranquilo




Fonte: Acervo autor, 2022.

O texto do grupo “D1” (Figura 35) apresenta elementos semelhantes ao do grupo “TEENS”, trazendo uma pequena introdução, apresentando a situação problema julgada, porém de maneira incompleta. É possível verificar no texto que os alunos também observaram com atenção o julgamento e consideraram importantes as provas que a defesa e a acusação apresentaram. O texto destaca o uso dos recursos experimentais e visuais, deixando a entender que eles foram relevantes para a tomada de decisão do corpo de jurados. Também podemos destacar que o grupo fez o uso de termos relacionados à temática para justificar alguns fenômenos observados por eles durante as práticas que ocorreram no júri simulado, indicando **aprendizado conceitual**. Na reportagem deste grupo D1 foi retirado o cabeçalho, pois os alunos colocaram fotos que mostrava o rosto dos participantes.

A reportagem produzida pelo grupo “TRK” (Figura 36) indica apenas o andamento do júri simulado, algumas atitudes e momentos que ocorreram ao longo da atividade e a decisão dos jurados. Em seu texto, o grupo não consegue transparecer indícios de aprendizado conceitual, mas podemos indicar que houve **aprendizado atitudinal** já que os detalhes relatados indicam que eles se atentaram ao julgamento. As tarjas escuras, colocadas no texto,

teve o objetivo de esconder os nomes reais dos participantes, citados pelos jornalistas na matéria.

Figura 36 - Reportagem produzida pelos jornalistas do grupo "TRK"

Jornal TRK
 Na data de 27 de outubro de 2022 Rio Verde Goiás aconteceu um julgamento sobre a teoria da queda livre dos corpos de Galileu Galilei disseminada pela (ABG)
 O julgamento começou às 16:24. Terminou às 17:50.
 Neste julgamento a ABA representada por seus advogados de acusação, processou a (ABG) por difamação e calúnia em relação à teoria da queda livre dos corpos denunciada pelo senhor Aristóteles, 300 anos a.c.
 O julgamento começou com a acusação fazendo as perguntas para a testemunha de defesa (██████). logo em seguida a defesa começou as perguntas.
 Nesta sessão os advogados de defesa vão direto para as provas a favor de Galileu, para provar que o réu está certo.
 Mesmo em meios de muitos argumentos o réu foi dado como inocente dando a vitória à defesa.
 Mas antes do juiz e dos júri fazer a declaração. Houve muitas perguntas, logo na primeira testemunha de defesa, a senhorita ██████ já errou na sua primeira resposta. A advogada senhorita ██████ perguntou se a testemunha sabia responder, como o réu fez o seu primeiro experimento, e logo de imediato a senhorita ██████ respondeu errado.
 Com isso Dra (██████) explicou qual foi o primeiro experimento do réu, e com isso a Dra ██████ encerrou as perguntas. E passou a palavra à senhorita ██████ e fez algumas perguntas. Com isso o julgamento foi seguindo, ambos os lados mostraram as provas, com isso o júri saiu da sala.
 E tomou a decisão de que o réu é inocente.
 A academia Brasileira Galileica .

Fonte: Acervo autor, 2022.

De um modo geral, as reportagens tiveram um papel importante para os alunos que compunham o grupo de jornalistas, pois precisaram observar atentamente o julgamento e fazer anotações para não perderem os detalhes importantes. Também tiveram a oportunidade de expor elementos que indicaram os conhecimentos construídos ao longo da SEI e a importância de se realizar experimentos e do uso de argumentos para defender sua opinião.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando falamos do ensino da Física para o ensino médio, nosso público são adolescentes que exigem muita dedicação do professor, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais complexo, com grandes desafios e com poucos recursos e pouco tempo para alcançar uma aprendizagem eficaz e que sempre envolva os alunos no processo.

Mas, será que o aprendizado está sendo harmônico com os interesses pessoais de cada indivíduo e da sociedade? Como professor regente de Física em escola pública da Rede Estadual de Educação de Goiás, percebo uma necessidade em estratégias de ensino-aprendizagem nas aulas dessa disciplina no ensino médio. É necessário criar estratégias que sejam motivadoras para os alunos, contemplando atividades experimentais, pesquisas e que os envolvam em um processo de investigação estabelecendo uma postura participativa na aprendizagem.

Assim, considera-se a partir das experiências práticas do trabalho docente e das leituras e estudos realizados, que o professor de Física deve considerar estratégias inovadoras para desenvolver nos alunos habilidades que são essenciais para a vida, conhecer a Ciência e entender os fenômenos naturais ao seu redor. Dessa forma, entendemos que a educação para Ciências está conectada, sobretudo no Alfabetizar Cientificamente, transportando o aluno para o despertar de novos saberes e os inserindo em uma Cultura Científica ao se apropriar dos conhecimentos que a Ciência é capaz de lhes proporcionar. Nesse sentido, esta SEI foi elaborada no intuito de enriquecer as estratégias de ensino-aprendizagem para os alunos da primeira série do ensino médio, já que a Física é uma disciplina considerada por muitos como difícil, gerando falta de interesse ao estudá-la e atrapalhando a sua compreensão e aplicabilidade dos conceitos.

Ao considerar o uso de uma SEI no ensino médio, a busca por recursos para fomentar a sua elaboração se deu através de pesquisas, as quais apontaram o uso dessa estratégia de ensino-aprendizagem sendo amplamente aplicada nos anos iniciais do ensino fundamental, tornando esse trabalho inovador para os alunos da primeira série do ensino médio. Além disso, também consideramos inovador o uso do júri simulado como atividade de finalização e avaliação da SEI, já que não há registro desse tipo de atividade em uma Sequência de Ensino por Investigação.

O processo de construção e desenvolvimento da SEI foi seguido de momentos de dificuldades, pois o seu planejamento foi realizado de forma minuciosa para que não houvessem erros que pudessem comprometer os resultados desse trabalho. Muita pesquisa de

levantamento bibliográfico e leitura foi realizada na busca de capacitar-me acerca da elaboração da SEI e da utilização dela com estudantes do ensino médio. A SEI foi elaborada de modo a atender as recomendações dos documentos que norteiam o ensino de Ciências para a educação básica e dos referenciais teóricos que fundamentaram nossa pesquisa. Sobre a aplicação da SEI é necessário informar que pode se tornar trabalho difícil caso o professor não tenha domínio do conteúdo e facilidade em conduzir uma aula em que os alunos serão os protagonistas e que cada fala do aluno deve ser aproveitada e em muitos casos, novas perguntas devem ser formuladas para sanar as dúvidas daquela situação.

No intuito de sanar as dificuldades que os alunos apontam ao estudar os conceitos da Física, orientamos essa SEI no sentido de responder a algumas perguntas criadas como norteadoras da pesquisa, são elas: Como uma SEI pode contribuir com o ensino-aprendizagem da Física no ensino médio? Como tornar o ensino-aprendizagem da Física menos abstrato e aplicável no dia a dia do aluno? Como ensinar Física de maneira menos abstrata e com menos uso de fórmulas? Quais as vantagens do uso de uma SEI sobre as Leis de Newton na promoção da AC e o ensino de conceitos de Física na primeira série do ensino médio? A partir dessas questões norteadoras sintetizamos a seguinte questão de pesquisa: Quais as contribuições de uma SEI sobre as Leis de Newton para a promoção da Alfabetização Científica de alunos da primeira série do ensino médio? Portanto o nosso objetivo se fixou em apontar as contribuições do uso dessa estratégia educacional na formação dos conceitos sobre as Leis de Newton e dos fenômenos cotidianos explicados por ela, e assim, avaliar os indícios de Alfabetização Científica.

Sobre a SEI, todas as atividades elaboradas apresentaram um problema/desafio para os alunos resolverem, criando um ambiente de investigação/interação, capaz de colocá-los em um processo de colaboração entre eles e também envolvendo o professor na condução de todo o processo. A partir das atividades desenvolvidas, os alunos despertaram habilidades como atitude para resolver um problema, aprendendo fazer Ciência a partir das práticas com levantamento de hipóteses e testagem, além de poder discutir com seus colegas e professor suas percepções acerca dos caminhos escolhidos para solucionar os problemas e dos fenômenos observados.

No transcorrer das etapas de sistematização coletiva do conhecimento foi possível verificar que os alunos verbalizaram suas ideias, utilizadas para solucionar a problemática, bem como as compreensões das causas e justificativas do porquê terem feito daquela forma. Também tiveram a oportunidade de verificar a aplicação do conhecimento, contextualizando com situações do nosso cotidiano e tendo a oportunidade de entender o mundo que os cercam.

A análise dos resultados nos mostrou que esses momentos foram importantes para a compreensão dos conceitos já que em diversos momentos os alunos conseguiram apresentar explicações para os fenômenos e fizeram uso de termos abordados/observados nas atividades. Foi possível verificar que durante os diálogos, eles conseguiram apontar suas observações ao longo das etapas do “como” e do “por quê”, entendendo como fizeram para solucionar a problemática, comprovando ou não suas hipóteses, concentrando em suas falas conceitos usados durante as atividades, corroborando com o objetivo deste trabalho ao ensinar um novo conceito e fazer uso da argumentação para defender seu ponto de vista.

É importante reconhecer que durante a aplicação das atividades da SEI muitos alunos não se manifestaram discursivamente ou tiveram pouca participação nas rodas de conversa, mas isso não significa que não houve aprendizado e compreensão dos conceitos por partes deles já que em suas produções escritas eles tiveram a oportunidade de reforçar o quanto as aulas contribuíram em sua aprendizagem. Nesse sentido, as produções escritas de A26 nos orientam em relação a essa observação, pois seus relatos demonstram seu interesse pelas aulas experimentais ao indicar em seus textos as etapas das atividades desenvolvidas, as explicações dos fenômenos observados e a consciência de um trabalho colaborativo e atitudinal ao fazer uso de verbos no plural para indicar que suas ações não ocorreram de maneira individual.

Por fim, devemos considerar o grande potencial do júri simulado no processo de ensino-aprendizado para reforçar os conceitos sobre temas de Ciências. Esse momento de construção do aprendizado evidenciou a capacidade dos alunos aprofundarem nos conceitos, discutirem temas científicos ao utilizarem argumentos para defender (ou refutar), as teorias envolvidas e a possibilidade da alteração dos conceitos e leis existentes, mesmo sustentadas após séculos de história. Também devemos destacar a importância desta atividade na contribuição e desenvolvimento da argumentação, reforçando a apropriação de termos e conceitos da Física.

Para responder os questionamentos, bem como a questão de pesquisa, o desenvolvimento dessa SEI indicou através de suas atividades e falas nas rodas de conversas que os alunos foram capazes de compreender conceitos sobre o movimento dos corpos e suas causas. Também foi possível verificar através dos resultados, que houve aprendizagem sobre as Leis de Newton ao introduzirem em suas falas as causas (forças) que justificaram os efeitos observados durante os experimentos como a força de resistência do ar, responsável por dificultar o movimento de queda da folha de papel e outros, tratada na primeira atividade. A SEI também foi capaz de criar um ambiente em que os alunos pudessem verificar e testar algumas aplicações desse conhecimento no seu dia a dia através da contextualização dessas

atividades, tendo a oportunidade de expressar suas experiências cotidianas e conciliar com os estudos na escola. Portanto, a SEI é propensa em contribuir com o processo de Alfabetização Científica, visto que as atividades e etapas desenvolvidas em cada uma favoreceu para que os alunos expandissem sua capacidade de ver o mundo em que vivem e entender os fenômenos ao seu redor. É importante ressaltar que o processo de Alfabetização Científica não ocorre em um único momento, sendo um trabalho contínuo e diário, que deve ser iniciado desde os primeiros anos de estudo e se perpetuar ao longo da vida enriquecendo os laços que cada estudante tem com as Ciências e com a Natureza.

Esperamos que os professores da disciplina de Física que tiverem contato com esse trabalho tenham interesse pelo uso do produto educacional desenvolvido para subsidiar essa pesquisa já que os resultados alcançados foram promissores para o ensino das Leis de Newton, apontando aprendizado dos conceitos inerentes a esse estudo. Assim, também consideramos a metodologia e os recursos utilizados na SEI, fundamentais para o sucesso dos objetivos propostos, sendo que os alunos tiveram a oportunidade de investigar, questionar, argumentar e resolver problemas. Dessa forma, consideramos esta SEI como uma estratégia de ensino-aprendizagem enriquecedora para o trabalho docente do professor de Física do ensino médio, com promissor alcance além da sala de aula e demonstrar uma nova visão da Ciências.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C. D.; VICENTINI, J. D. O.; PIPITONE, M. A. P. O júri simulado como prática para a educação ambiental crítica. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v.96, n.242, p.199-215, 2015.
- ALCÂNTARA, L. A. G. et. al. As estratégias de ensino júri simulado e Philips 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.
- ALMEIDA, A. G. **As ideias balizadoras necessárias para o professor planejar e avaliar a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa**, 2014, 159f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociência e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, 2014.
- AQUINO, S.; BORGES, M.C.J. O ensino de Ciências e a importância da metodologia para a aprendizagem. Uma experiência vivida estágio na cidade de Fortim. In: **Simpósio de Pesquisa**, 1, Aracati/CE 2009. Disponível em: <http://www.fvj.br/publicacoes/CIENCIAS.pdf>. Acesso em: 10 de jan. 2022.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-Tecnológica para quê? **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte: v.3, n.1, p.122-134, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/XvnmrWLgL4qqN9SzHjNq7Db/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 dez. 2022.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 3.ed. Lisboa: Edições 70, 2004.
- BARROW, L. H. A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. **Journal of Science Teacher Education**, p. 265–278, Springer, 2006.
- BLOSSER, P. E. O papel do Laboratório no Ensino de Ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, v.5, n.2, p.74-78. ago. 1988.
- BRANDI, A. T. E.; GURGEL, C. M. do A. Alfabetização científica e o processo de ler e escrever em séries iniciais: emergências de um estudo de investigação-ação. **Ciência e Educação**, São Paulo, v.8, n.1, p.113-125, 2002.
- BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **LDB - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais +: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2002.
- BRASIL. **Lei 12.796**, de 04 de abril de 2013. Altera a redação da Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília: MEC, 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional curricular comum**. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase>. Acesso em: 03 dez. 2022.

BRICCIA, V. N. Sobre a natureza da Ciências e o ensino. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p.111-128.

BUENO, R. S. M.; KOVALICZN, R. A. **O ensino de ciências e as dificuldades das atividades experimentais**. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/23-4.pdf. Acesso em: 18 de out. 2023.

CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CAMBI, F. **História da pedagogia**. Tradução de Álvaro Lorencini. São Paulo: Fundação Editora da UNESP (FEU), 1999.

CAPECCHI, M. C. V. M. Problematização no ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p.21-42.

CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P.; TINOCO, S. C. O Ensino de Ciências como 'enculturação'. In: CATANI, D.B. e VICENTINI, P.P., (Orgs.). **Formação e autoformação**: saberes e práticas nas experiências dos professores. São Paulo: Escrituras, 2006.

CARVALHO, A. M. P. et al. **Ciências no Ensino Fundamental**: O Conhecimento Físico. São Paulo: Scipione. 1998.

CARVALHO, A. M. P. et al. **Termodinâmica**: um ensino por investigação. São Paulo: FEUSP, 1999. 123p.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n.22, p.89-100, jan./fev./mar./abr. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/gZX6NW4YCy6fCWFQdWJ3KJh/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 jan. 2023.

CHASSOT, Á. **Alfabetização Científica**: questões e desafios para a educação. Ijuí: Ed. Ijuí, 2011.

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.

DAMIANI, M. F. Sobre pesquisas do tipo intervenção: as pesquisas do tipo intervenção e sua importância para a produção de teoria educacional. In: XVI Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, 2012, Campinas. **Anais do XVI Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino**. Campinas: UNICAMP, 2012. p.1-9.

DEBOER, G. E. Historical perspectives on inquiry teaching in schools. In: FLICK; LEDREMAN. **Scientific inquiry and nature of science**. Implications for teaching, learning, and teacher education. Springer, 2006.

DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Revista Ensaio**. v.03, n.01, p.45-61, 2001.

DEWEY, J. **Experiência e Natureza**: lógica: a teoria da investigação: A are como experiência: Vida e educação: Teoria da vida moral. São Paulo: Abril Cultural, 1980.

FERREIRA JUNIOR, M. B. **Uma proposta de ensino de física por investigação para educação de jovens e adultos**. 2014, 121f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação de Ciências e Matemática). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Câmpus Jataí. Jataí, 2014.

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.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. São Paulo: Paz e Terra, 1980.

GIL, A. C. **Como elabora Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Editora Atlas, 4.ed, 2002.

GIL-PÉREZ, D.; MACEDO, B; MARTÍNEZ TORREGROSA, J.; SIFREDO, C.; VALDÉS, P. VILCHES, A. (Eds.). **¿Cómo promover el interés por la cultura científica?** Uma propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. OREALC/ UNESCO, Santiago de Chile, 2005. Disponível em: http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/2784/1/como_promover_interes_cultura_cientifica.pdf. Acesso em: 21 dez. 2022.

GOIÁS. Secretaria de Estado da Educação. Documento Curricular para Goiás – Etapa Ensino Médio. Goiânia, 2021. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglcfindmkaj/https://site.educacao.go.gov.br/files/documentos/PEDAGOGICO/DCGOEM%202021.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2023.

GOMES, R. A análise de dados em pesquisa qualitativa. In: MINAYO, Maria Cecília de SILVA (Org). **Pesquisa Social**. 23.ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2004.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física: mecânica**. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S. A. 8.ed., v.1, 2008.

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

KOLSTOE, S. D. Consensus projects: teaching science for citizenship. **International Journal of Science Education**, v.22, p.645-664, 2000.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: caso do ensino de Ciências, **São Paulo em perspectiva**, v.14, n.1, p.85-93, 2000.

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.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científica no contexto das séries iniciais. **Revista Ensaio**, v.3, n.1, p.45-61, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/N36pNx6vryxdGmDLf76mNDH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 dez. 2022.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: Argos, 1986.

MACHADO, V. F. **A importância da pergunta na promoção da alfabetização científica dos alunos em aulas investigativas de Física**, 2012, 151f. Dissertação (Mestrado no Ensino de Ciências). Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

MAMEDE, M.; ZIMMERMANN, E. Letramento Científico e CTS na Formação de Professores para o Ensino de Física, trabalho apresentado no **XVI SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de Física**, São Luís. 2007.

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

MELO, V. F.; VIEIRA, R. D. Uma proposta de critérios avaliativos para atividades de Júri Simulado no Ensino de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.39, n.2, p.298-326, ago. 2022.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2005.

MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. **A Linguagem em uma Aula de Ciências**. Presença Pedagógica, v.2, n.11, p. 49-57, 1996.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Múltiplos olhares sobre um episódio de ensino: “por que o gelo flutua na água?”. In: Encontro sobre teoria e pesquisa em ensino - Linguagem, Cultura e Cognição: reflexões para o Ensino de Ciências, **Anais do Encontro Linguagem, Cultura e Cognição**: reflexões para o Ensino de Ciências. Belo Horizonte, v.1, 1997. p.139-162.

OLIVEIRA, C. M. A. O que se fala e se escreve nas de aula de ciências? In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências**: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p.63-75.

OLIVEIRA, C. M. A.; CARVALHO, A. M. P. Textos de conhecimento físico: uma análise. **Anais IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação para Ciências**. p.1-11, 2003.

Disponível em: <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL167.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2021.

OLIVEIRA, A. S.; SOARES, M. H. F. B. Júri químico: uma atividade lúdica para discutir conceitos químicos. **Química Nova na Escola**, v.21, p.18-24, 2005.

OLIVEIRA, F. M.; CHACON, E. P. O júri simulado como etapa de uma sequência didática para o ensino-aprendizagem de radioatividade. **RevistAleph**, v.1, n.38, p.145-165, 2022.

PIAGET, J. **O possível e o necessário**: evolução dos possíveis na criança. Porto Alegre: Artes Médicas, 1985.

PONCZEK, Roberto Leon. **Da Bíblia a Newton**: uma visão humanística da mecânica. Em: ROCHA, José Fernando M. (org.). **Origens e evolução das ideias da física**. Salvador: EDUFBA, 2002.

RABELO, L., GARCIA, V. L. Role-Play para o Desenvolvimento de Habilidades de Comunicação e Relacionais. **Revista Brasileira de Educação Médica**. v.39, n.4, p.586-596, 2015.

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. O Ensino de Ciências por Investigação: reconstrução histórica. In: **XI EPEF - Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2008, Curitiba.

SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. Tomada de Decisão para Ação Social Responsável no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, 95-111.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental**: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula. 2008, 265f. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação da USP, 2008.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por investigação**: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p.41-61.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.17, n. especial, p.49-67, nov. 2015.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações no Ensino de Ciências** (UFRGS), v.13, p.333-352, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, São Paulo, v.16, n.2, p.59-77, set. 2011.

SASSERON, L. H.; MACHADO, V. F. **Alfabetização Científica na Prática**: inovando a forma de ensinar física. São Paulo: Livraria da Física, 2017. (Série Professor Inovador).

SAVIANI, D. **Escola e democracia**. 24.ed. São Paulo: Cortez, 1991.

SCHNETZLER, R. P. Construção do conhecimento e Ensino de Ciências. **Em Aberto**, Brasília, Ano.11, n.55, p.17-22, Jul/Set 1992. Disponível em:

<http://emaberto.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/view/2155/1894>. Acesso em: 21 fev. 2023.

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.

SILVA, B. V. C.; MARTINS, A. F. P. Júri Simulado: um uso da história e da filosofia da Ciência no ensino da óptica. **Física na Escola**, v.10, n.1, p.17-20, 2009.

SIMONNEAUX, L. Role-play or debate to promote students' argumentation and justification on an issue in animal transgenesis. **International Journal of Science Education**, v.23, p.903-927, 2001. Acesso em: 20 ago. 2021.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. 1.ed., 18. reimp. São Paulo: Atlas, 2009.

VIEIRA, R. D.; MELO, V. F.; BERNARDO, J. R. R. O júri simulado como recurso didático para promover argumentações na formação de professores de física: o problema do "gato". **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências** (Online), v.16, n.3, p.203-225, 2014.

WONG, D. PUGH, K. Learning Science: A Deweyan Perspective. In: **Journal of research in science teaching**. Vol. 38, nº 3, p. 317-336.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZÔMPERO, A.; LABURÚ, C. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.13, n.3, p.67-80, set/dez. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/LQnxWqSrmzNsrRzHh3KJYbQ/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 26 nov. 2022.


APÊNDICES

APÊNDICE A

PRODUTO EDUCACIONAL

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

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 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

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.



Bom Trabalho!

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.



Tipos de problemas

Experimental Não-experimental Demonstração investigativa

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.

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).



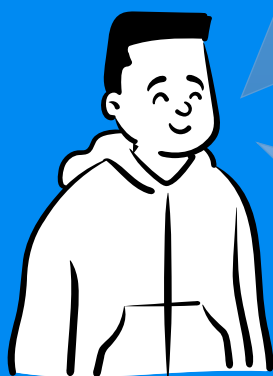
Assim como as atividades investigativas, o júri simulado tem como pressuposto o protagonismo do aluno frente a situações conflituosas e a partir do método ele desenvolve sua autonomia, sua capacidade argumentativa e seu senso crítico (LIMA; SOUZA; SITKO, 2021).

O júri simulado pode ser usado em diversas situações de ensino e nas

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 têm 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!

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

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

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 4).

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 5).

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 descera 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:

2 - Por que o mais pesado desce?

3 - O que essa força está fazendo para movimentar os pesos?

4 - Como fazer para que eles fiquem parados?

1 - O que está causando o movimento desses objetos?



5 - Se estiver com pesos iguais, onde eu devo soltá-los para ficarem parados?

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:



6 - O que acontecerá se colocarmos dois pesos iguais em alturas diferentes?

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 7 – 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?

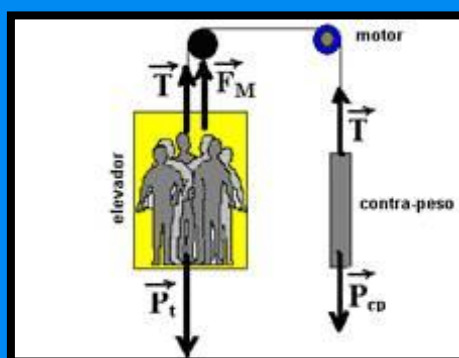
4 - Vocês sabem o que é um contrapeso?



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

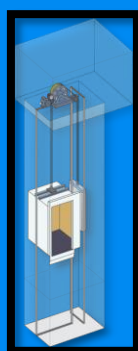
pode utilizar a imagem da Figura 9 mostrando aos alunos a distribuição dos vetores força, e indicando que a força exercida pelo motor (\vec{F}_M) tem ajuda da força (\vec{T}) igual ao peso do contrapeso (\vec{P}_{CP}).

Figura 8 - Elevador com contrapeso e indicação dos vetores

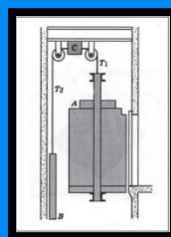


Fonte: <https://images.app.goo.gl/5ehpimUKHaoxEUQt9>

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.

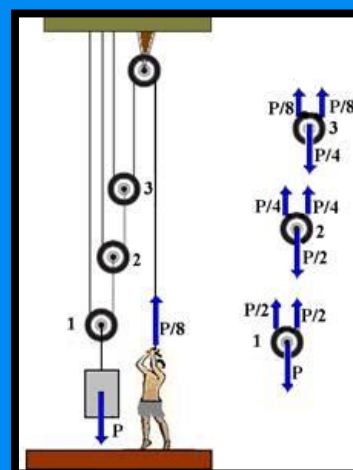
Depois de assistirem o vídeo, o professor pode promover um diálogo com os alunos sobre o funcionamento das roldanas móveis, e explicar como a força necessária para elevar a carga se reduz a medida que se acrescenta mais roldanas no sistema. Para isso, utilize as imagens das figuras 10 e 11.

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”?

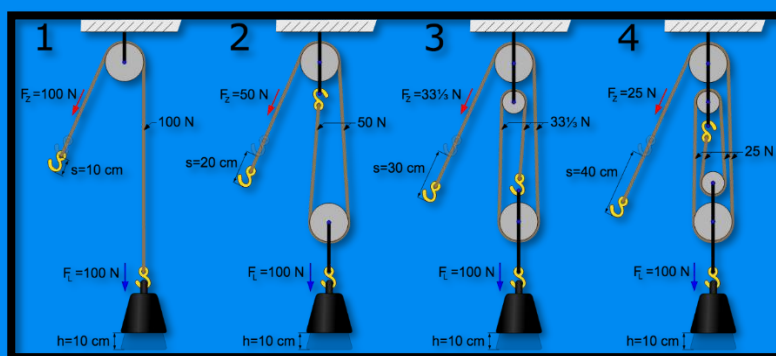


Figura 10 - Talha exponencial



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

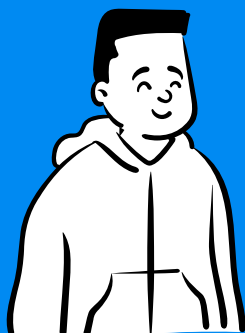
Essa atividade é do tipo demonstração experimental e tem duração de duas aulas de 50 minutos. Será trabalhado o conceito da ação e reação e objetiva-se que os alunos principio da Ação e Reação - Terceira

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:

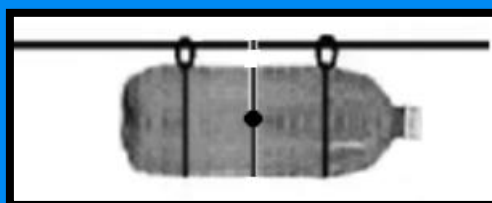
1 garrafa pet de 500 ml, com tampa e um pequeno furo nela.
 15 m de fio de nylon.
 2 pedaços de arame de 30 cm cada.
 Álcool.
 1 Borrifador.
 1 Isqueiro.

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

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

realização o experimento.

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:

1 - Como se faz para que um foguete, pesando várias toneladas, seja lançado ao espaço?

2 - Qual o sentido da força que deve ser aplicada no foguete para ele subir?

3 - Qual o sentido da força do fogo que sai do foguete?



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:

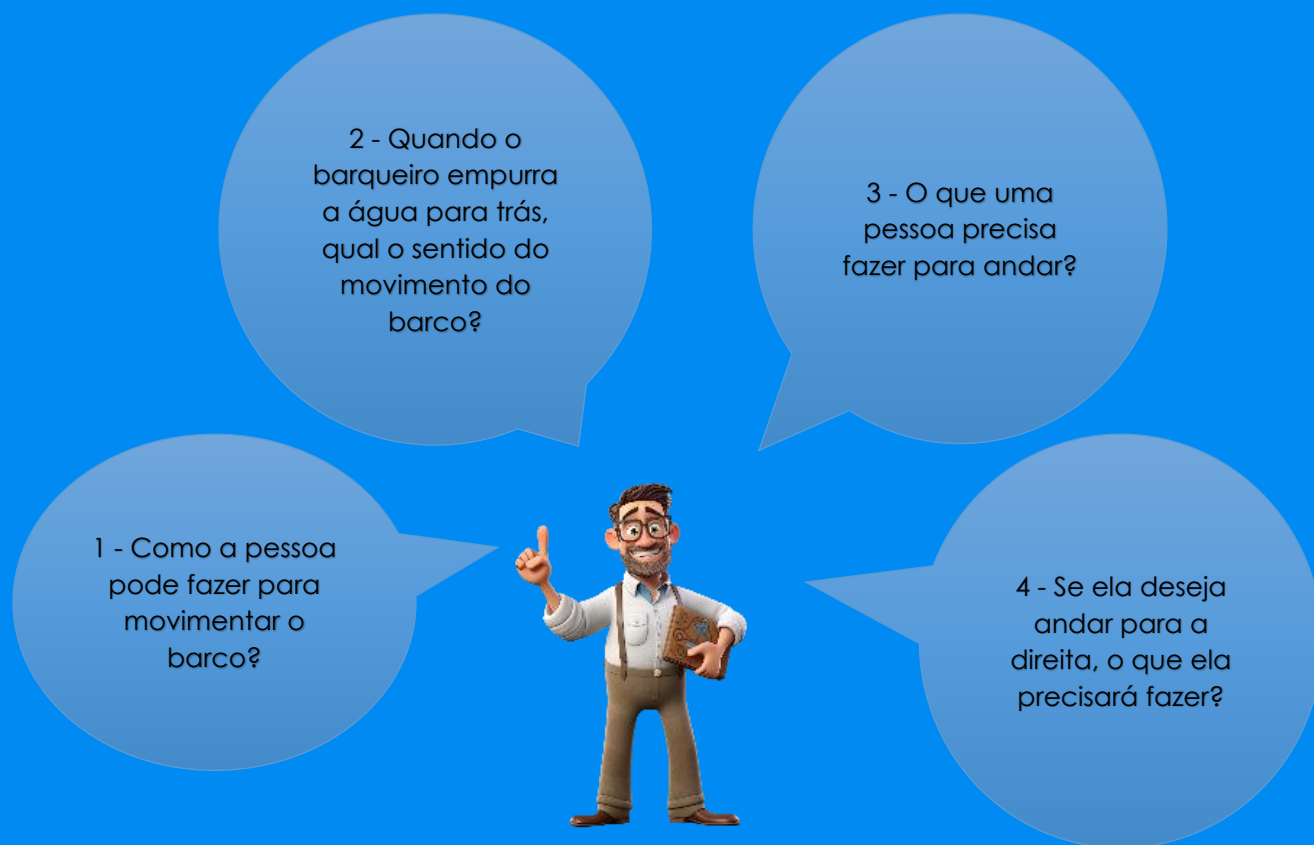
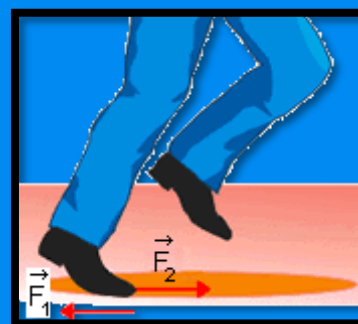


Figura 13 - Barco a remo



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

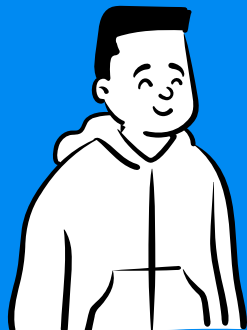
Essa atividade é do tipo demonstração experimental e tem duração de duas aulas de 50 minutos. Serão trabalhados os conceitos sobre a primeira e segunda Lei de Newton e de movimento parabólico. Com essa

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.
- 1 Isqueiro.

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.

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 será projetada

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

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?

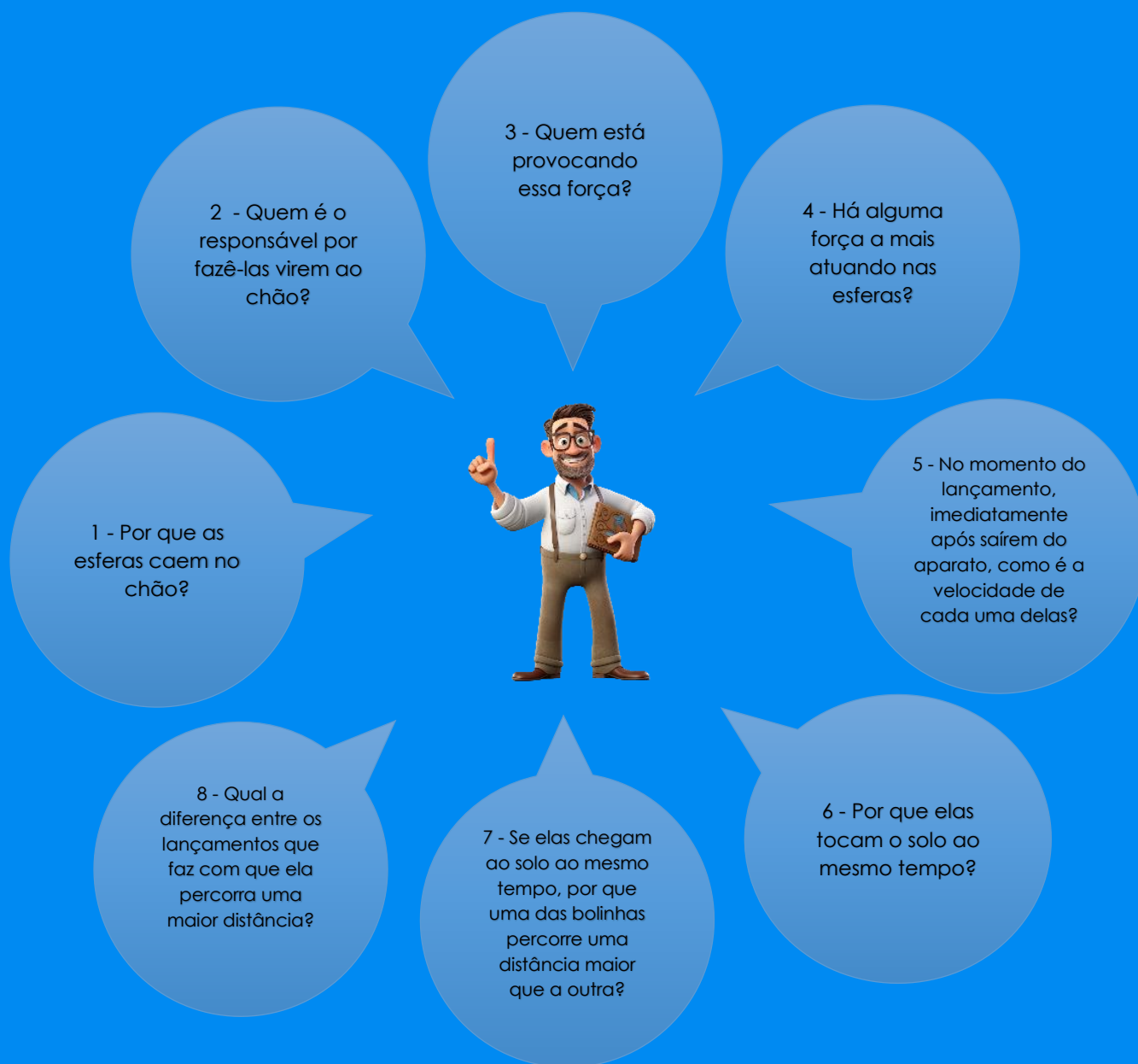
2 - Como foi feito para que elas tivessem movimentos diferentes?



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.

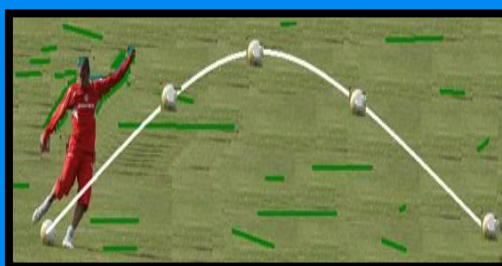
Para conduzir essa discussão o professor pode fazer perguntas do tipo:



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:

2 - Por que esse movimento acontece dessa forma, ou seja, fazendo uma parábola?

3 - Durante a subida e a descida da bola, o que acontece com a sua velocidade?

4 - O que faz a bola ir para a frente, quem provoca esse movimento?

1 - Como é o movimento das bolas de futebol, quando chutadas para frente até o outro lado do campo?

5 - Se durante o movimento, o pé do jogador não tem mais contato com a bola, não aplicando força nela, como é possível a bola continuar se movendo para frente?

8 - Durante o movimento da bola, qual a influência do ar sobre ela?

7 - A velocidade da bola se alteraria durante esse movimento? Por quê?

6 - Se o jogador estivesse em um local que não tivesse gravidade, como seria a trajetória da bola?

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*¹¹ 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.



¹¹ 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).

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

Grupo 1: inclui advogados e testemunhas de acusação. Esse grupo terá a função de acusar a teoria de Galileu, usando argumentos de sua invalidade 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 - [HYPERLINK](#)

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

2"

<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.

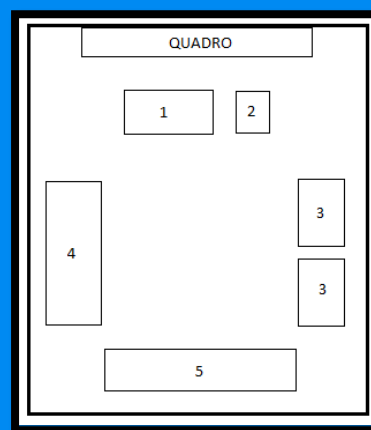


Professor(a)
atenção na
organização
da sala do

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

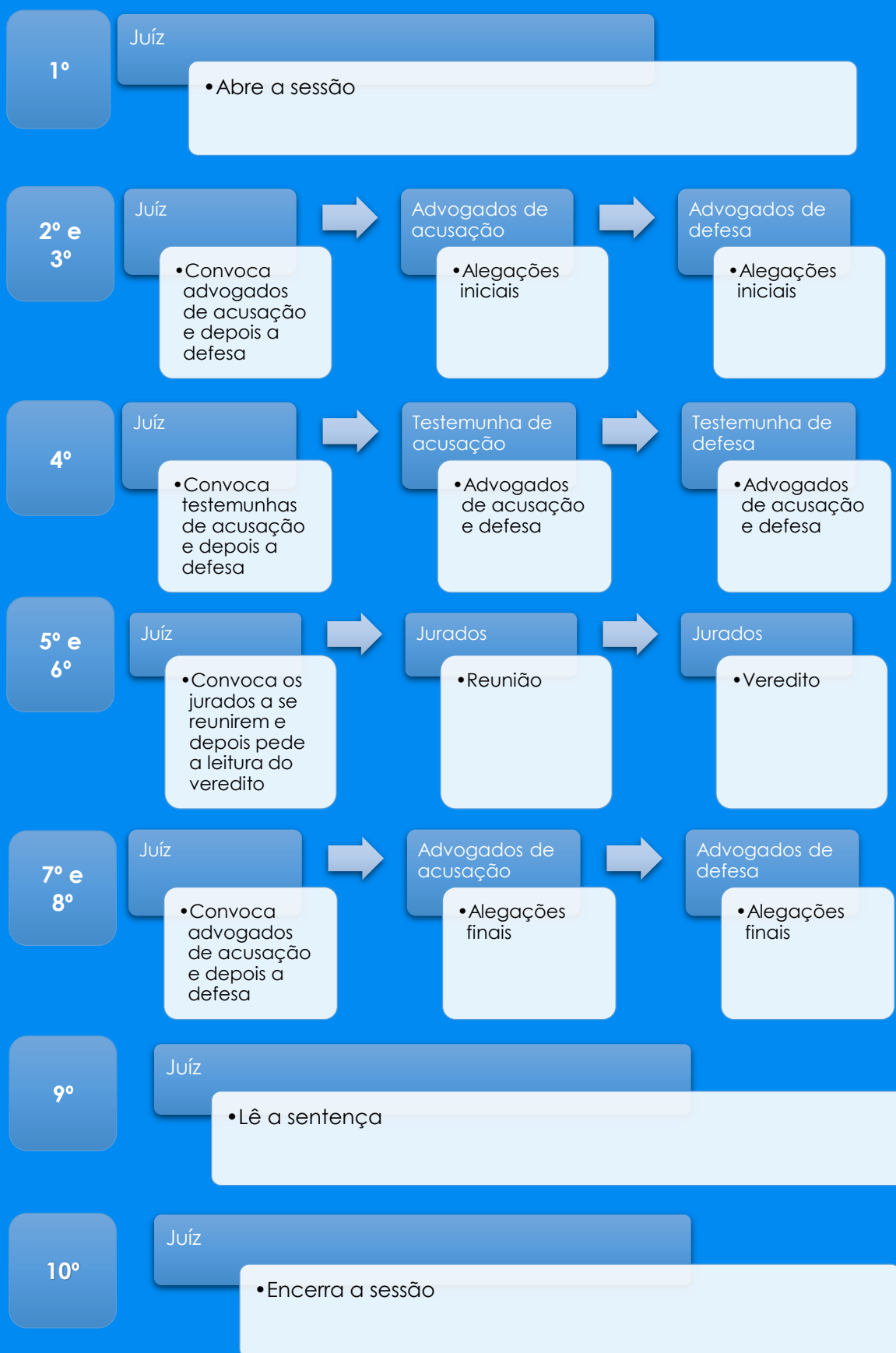
Momento	Descrição	Duração (minutos)
1	Juiz faz a abertura	2
2	Aleagações iniciais da acusação	5
3	Aleagações iniciais da defesa	5
4	Arguição das testemunhas pela acusação e defesa	36 (3 minutos para cada advogado por testemunha)
5	Considerações finais da acusação	5
6	Considerações finais da defesa	5
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, comporá 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-](https://abrapecnet.org.br/enpec/iv-enpec/orais/ORAL167.pdf#:~:text=Essa%20an%C3%A1lise%20ir%C3%A1%20procur)

[enpec/orais/ORAL167.pdf#:~:text=Essa%20an%C3%A1lise%20ir%C3%A1%20procur](https://abrapecnet.org.br/enpec/iv-enpec/orais/ORAL167.pdf#:~:text=Essa%20an%C3%A1lise%20ir%C3%A1%20procur)

ar%20identificar%20que%20tipos%20de%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?

ANEXOS

ANEXO I

Material de apoio para os alunos – Atividade 5: Júri Simulado

Situação problema a ser jugada: 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 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 argumentos e experimentação. Visto que as teorias galiléicas 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 severa.

Divisão dos grupos e suas funções

- Réu: Teoria da queda livre dos corpos de Galileu Galilei disseminada pela ABG.
- Grupo 1 – constituído por 5 alunos, sendo dois advogados (Promotoria) e três testemunhas de acusação. Este grupo terá a função de acusar a teoria de Galileu, usando argumentos de sua invalidade e se embasando na teoria de Aristóteles. A promotoria 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 – constituído por 5 alunos, sendo dois advogados e três testemunhas de defesa. Este 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.

- Observação: As testemunhas devem organizar junto com os advogados, suas falas, para responder as perguntas que serão feitas durante o interrogatório.
- Grupo 3 – os Jurados serão constituídos por sete alunos, que terão a missão de emitir o veredito, se a teoria de Galileu será condenada ou absolvida. 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.
- Jornalistas - constituído pelos demais alunos da turma, que deverão ser divididos em grupos de três a cinco membros. 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 contendo a notícia que será veiculada por eles.
- Juiz – função exercida pelo professor regente ou convidado, que 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.

Roteiro do Júri.

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. 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.

3 - 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. Ao todo 36 minutos.

4 - Finalizado o interrogatório de todas as testemunhas, o Juiz passa a palavra aos advogados de defesa para que eles façam suas alegações finais, que terá 5 minutos para expor seus argumentos e defender a teoria de Galileu.

5 - Logo em seguida, será a vez da promotoria que terá também 5 minutos para suas alegações finais, e expor seus argumentos no intuito de desconstruir os argumentos da defesa e condenar a teoria de Galileu.

6 - 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”. Para essa etapa dos jurados deve-se destinar 15 minutos.

7 - No retorno júri, o juiz pergunta ao presidente se chegaram a um veredito e solicita que ele leia o texto com a decisão escrita. (2 min)

8 - De posse do veredito do júri, o juiz justifica a sentença que deve ser anunciada: (2 min)

Sentença a favor de Galileu: “O réu está absolvido de qualquer acusação e sua teoria, por se tratar de uma verdade, comporá 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”.

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

Material de apoio:

FIOLHAIS, Carlos; PAIVA, João. 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.

SILVA, Claudio Mateus 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.

Pesquisar outros materiais, além desses.

ANEXO II

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?

ANEXO III

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).