



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I - CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO  
MATEMÁTICA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**MARCELA ALVES SCHNEIDER**

**POTENCIALIZANDO O APRENDIZADO DE MÁQUINAS SIMPLES: UMA  
ABORDAGEM HÍBRIDA DE ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES**

**CAMPINA GRANDE  
2023**

MARCELA ALVES SCHNEIDER

**POTENCIALIZANDO O APRENDIZADO DE MÁQUINAS SIMPLES: UMA  
ABORDAGEM HÍBRIDA DE ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação (Universidade Estadual da Paraíba - UEPB) no Mestrado Profissional e Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Educação Matemática/PPGECM-UEPB, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

**Área de concentração:** Ensino de Ciências e Educação Matemática

**Orientador:** Prof. Dr. Alessandro Frederico da Silveira.

**CAMPINA GRANDE  
2023**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S358p Schneider, Marcela Alves.  
Potencializando o aprendizado de máquinas simples  
[manuscrito] : uma abordagem híbrida de rotação por estações  
/ Marcela Alves Schneider. - 2023.  
150 p. : il. colorido.

Digitado.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2024.

"Orientação : Prof. Dr. Alessandro Frederico da Silveira, Departamento de Física - CCT. "

1. Máquinas simples. 2. Metodologias ativas. 3. Rotação por estação. 4. TICs. I. Título

21. ed. CDD 371.3

Elaborada por Geovani S. de Oliveira - CRB - 15/1009

Biblioteca  
Central  
BC/UEPB

MARCELA ALVES SCHNEIDER

POTENCIALIZANDO O APRENDIZADO DE MÁQUINAS SIMPLES: UMA  
ABORDAGEM HÍBRIDA DE ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação (Universidade Estadual da Paraíba - UEPB) no Mestrado Profissional e Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Educação Matemática/PPGECM-UEPB, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

**Área de concentração:** Ensino de Ciências e Educação Matemática

Aprovada em: 15/12/2023.

**BANCA EXAMINADORA**

*Alessandro Frederico da Silveira*

---

**Prof. Dr. Alessandro Frederico da Silveira (Orientador)**  
**Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)**

*Filomena Maria Cordeiro Moita*

---

**Prof. Dra. Filomena Maria Cordeiro Moita**  
**Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)**

*Mirleide Dantas Lopes*

---

**Profa. Dra. Mirleide Dantas Lopes**  
**Universidade Federal da Paraíba (UFPB)**

*Ao meu marido, por sempre me apoiar  
incondicionalmente, DEDICO.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, por me dar força e ânimo. Somente Ele conhece nossos corações.

Ao meu esposo Leonardo, por estar ao meu lado, apoiando e incentivando, por abdicar de muitos momentos e compreender a importância desse trabalho, por ser minha injeção de ânimo e por não me deixar desistir nos momentos que eu achei que não seria capaz. Por toda a ajuda que não foi pouca... Obrigada, meu amor!

Ao meu professor e orientador, por aceitar, mesmo com tempo curto, acreditar e confiar em mim, por contribuir com sua sabedoria e trazer leveza ao meu trabalho, por ser luz quando me faltavam ideias e por toda sua bondade. Obrigada!

A minha filha, razão de ser quem sou, pois tudo o que fiz foi para ser exemplo para ela. Ser mãe muito nova foi um grande desafio, mas certamente me fez alguém com um propósito de vida. Sei que em muitos momentos estive ausente, inclusive durante a escrita desta dissertação. Agradeço por entender, por apoiar e por perguntar sempre se eu precisava de ajuda. Os 2300 km de distância nunca foram empecilhos para nós. Te amo, filha. Obrigada!

A Gardenia (Pitchu), minha cachorra, que a maior parte do tempo permanecia comigo e, quando meu corpo cansava, me alegrava com suas lambidas e festinhas.

A minha família, por sempre enaltecer minha busca por conhecimento. Meus pais Erich e Josélia, meus irmãos Karina, Fábio, Ana, André, Carlos e Felipe, e meus sobrinhos Rafael, Pedro e Lucas.

Às professoras Mirleide Lopes e Filomena Moita, pelas imensas contribuições que, seguramente, tornaram meu trabalho melhor. Obrigada!

Aos colegas e professores do programa de mestrado do PPGCEM, pelas contribuições para a minha formação pessoal e profissional.

Aos professores e equipe pedagógica das Escolas SESI Prata e EMEF Lourdes Ramalho pelo apoio, auxílio e compreensão em todos os momentos.

Aos meus queridos alunos, minhas fontes inesgotáveis de inspiração.

*“Faça o teu melhor, na condição que você tem,  
enquanto você não tem condições melhores,  
para fazer melhor ainda!”*

(Mario Sergio Cortella)

## RESUMO

A pandemia de Covid-19 evidenciou uma realidade que era sabida por todos e ignorada por muitos: a necessidade de novas abordagens para um público que já não consegue mais se concentrar e aprender pelos métodos tradicionais de ensino. Diante disso, torna-se urgente e necessário que os professores incorporem novas metodologias às suas práticas pedagógicas. Dessa forma, o presente trabalho buscou investigar o uso da Metodologia Ativa (MA) de Rotação por Estações associada às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no ensino de Ciências nos anos finais do Ensino Fundamental, a partir de uma proposta didática elaborada para o conteúdo de Máquinas Simples, em uma turma do 7º ano de uma escola da rede particular na cidade de Campina Grande – PB. Esta pesquisa é de natureza aplicada, e possui abordagem qualitativa, que envolve a inserção do pesquisador no contexto da pesquisa. Possui caráter explicativo, visando identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de eventos. Quanto ao procedimento técnico, adotamos a abordagem da pesquisa-ação, que envolve pesquisadores e participantes na resolução de problemas coletivos, com o propósito de melhorar práticas concretas e fornecer informações para orientar decisões em programas, processos e reformas estruturais. Realizamos, ao todo, dez encontros intercalados entre aulas teóricas expositivas dialogadas e práticas, nas quais utilizamos a proposta híbrida de rotação por estações. Nas estações, recorremos a uma grande variedade de maquetes construídas com materiais de baixo custo, TIC, e atividades que proporcionaram aos alunos uma experiência de aula *maker*, visando trazer encantamento e permitindo o trabalho em equipe. A coleta de dados ocorreu por meio da observação, pelos questionários aplicados e pelo uso do aplicativo Plickers. Os resultados nos forneceram percepções valiosas sobre como a Metodologia Ativa de Rotação por Estações, aliada às TIC, mostrou-se uma estratégia fantástica para que os alunos pudessem realizar experimentações, promovendo uma aprendizagem mais participativa, permitindo que desenvolvessem suas próprias conclusões sobre o conteúdo, sendo o professor, mediador desse processo.

**Palavras-Chave:** máquinas simples; metodologias ativas; rotação por estação; TICs.

## ABSTRACT

The Covid-19 pandemic highlighted a reality that was known by everyone and ignored by many: the need for new approaches for an audience that can no longer concentrate and learn through traditional teaching methods. Given this, it becomes urgent and necessary for teachers to incorporate new methodologies into their pedagogical practices. Thus, the present work sought to investigate the use of the Active Methodology (AM) of Rotation by Stations associated with Information and Communication Technologies (ICT) in teaching Science in the final years of Elementary School, based on a didactic proposal developed for the Simple Machines content, in a 7th year class at a private school in the city of Campina Grande – PB. This research is applied in nature, and has a qualitative approach, which involves the insertion of the researcher into the research context. It has an explanatory nature, aiming to identify the factors that determine or contribute to the occurrence of events. As for the technical procedure, we adopted the action research approach, which involves researchers and participants in solving collective problems, with the purpose of improving concrete practices and providing information to guide decisions in programs, processes and structural reforms. We held, in total, ten meetings interspersed between theoretical, dialogued and practical classes, in which we used the hybrid proposal of rotation by stations. At the stations, we used a wide variety of models built with low-cost materials, ICT, and activities that provided students with a maker class experience, aiming to bring enchantment and allowing teamwork. Data collection occurred through observation, administered questionnaires and the use of the Plickers application. The results provided us with valuable insights into how the Active Station Rotation Methodology, combined with ICT, proved to be a fantastic strategy for students to carry out experiments, promoting more participatory learning, allowing them to develop their own conclusions about the content, with the teacher being the mediator of this process.

**Keywords:** simple machines; active methodologies; rotation by season; ICTs.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1:</b> Características das Metodologias Ativas.....	21
<b>Figura 2:</b> Intensidade e orientação de uma força.....	49
<b>Figura 3:</b> Exemplificação de trabalho.....	51
<b>Figura 4:</b> Alavanca de Arquimedes .....	53
<b>Figura 5:</b> Parafuso de Arquimedes.....	53
<b>Figura 6:</b> Parafuso de Arquimedes utilizado para geração de energia.....	53
<b>Figura 7:</b> Pirâmides de Gizé .....	54
<b>Figura 8:</b> Ilustração representando uma das prováveis formas como pessoas posicionaram verticalmente as rochas que formam o Stonehenge. ....	55
<b>Figura 9:</b> Representação esquemática de uma alavanca. ....	56
<b>Figura 10:</b> Quando se aplica uma força potente em uma das extremidades de uma alavanca, o outro lado exercerá uma força resistente.....	57
<b>Figura 11:</b> Gangorra com apoios laterais. ....	58
<b>Figura 12:</b> Gangorra sem os apoios laterais.....	58
<b>Figura 13:</b> Gangorra em equilíbrio.....	59
<b>Figura 14:</b> Alavanca interfixa. ....	59
<b>Figura 15:</b> Alavanca inter-resistente.....	60
<b>Figura 16:</b> Alavanca interpotente.....	60
<b>Figura 17:</b> A cabeça funciona como uma alavanca interfixa (A); o pé funciona como uma alavanca inter-resistente (B); e o antebraço funciona como uma alavanca interpotente (C). ....	61
<b>Figura 18:</b> Uma roda ligada a um eixo pode ser entendida como uma justaposição de alavancas que transmitem ao eixo a força aplicada em sua borda, fazendo-o girar. ....	62
<b>Figura 19:</b> Objetos com rodas são mais fáceis de serem transportados. ....	62
<b>Figura 20:</b> Roldana fixa. ....	63
<b>Figura 21:</b> Polias fixas não reduzem o esforço, apenas mudam a direção e sentido.....	63
<b>Figura 22:</b> Aparelho de crossover funcional para academia, com a presença de diversas polias. ....	64
<b>Figura 23:</b> Uma polia móvel reduz pela metade a força necessária para equilibrar a força resistente. ....	65
<b>Figura 24:</b> Esquema de associação de 3 polias fixas com 3 polias móveis. ....	66
<b>Figura 25:</b> Diagrama mostrando duas maneiras de suspender um bloco. ....	66
<b>Figura 26:</b> Esquema mostrando as três forças que atuam no bloco em um plano inclinado.....	67
<b>Figura 27:</b> Exemplos de cunhas. ....	68
<b>Figura 28:</b> Diferentes tipos de parafusos.....	69
<b>Figura 29:</b> Estações 4 e 5 - Construção das catapultas e carrinhos.....	77
<b>Figura 30:</b> Bancada com os materiais para a construção. ....	78
<b>Figura 31:</b> Exemplares dos carrinhos desenvolvidos pela professora e deixados na bancada. ....	79
<b>Figura 32:</b> Exemplos de alavancas para identificação.....	80
<b>Figura 33:</b> Maquete da balança de braços iguais. ....	80
<b>Figura 34:</b> Sala de informática. ....	81
<b>Figura 35:</b> Estação "montando uma alavanca". ....	82

<b>Figura 36:</b> Maquete pronta com os ganchos e polias – A; Encaixe dos tubos e conexões – B. As fitas adesivas nas polias ajudam a evidenciar a rotação. ....	85
<b>Figura 37:</b> Sistema de polias fixas e móveis. ....	86
<b>Figura 38:</b> Estação “parafuso e plano inclinado” e os materiais para confecção. ....	86
<b>Figura 39:</b> Detalhamento da confecção da rampa. ....	87
<b>Figura 40:</b> Respostas dos alunos para as questões 4 e 5. ....	91
<b>Figura 41:</b> Espaço para a realização das rotações. ....	95
<b>Figura 42:</b> Primeira estação ainda na sala <i>Maker</i> – grupo Flor de Mandacaru (A); e na sala de informática – grupo Asa Branca (B). ....	96
<b>Figura 43:</b> Estações de construção dos carrinhos e das catapultas. ....	98
<b>Figura 44:</b> Análise de materiais - grupo Asa Branca. ....	98
<b>Figura 45:</b> Projetos de construção da catapulta e do carrinho - grupo Cactinhos. ....	98
<b>Figura 46:</b> Organização da sala para a rotação. ....	103
<b>Figura 47:</b> Estação “Descubra a minha massa - uso da balança de braços iguais” – Grupo Cuscuz. ....	105
<b>Figura 48:</b> Uso do simulador PhET balançando. ....	106
<b>Figura 49:</b> Sistema de pontuação simulador PhET balançando. ....	107
<b>Figura 50:</b> Questão nº 1 da estação 4. As demais seguiam o mesmo raciocínio, mudando apenas os valores de massa e distância. ....	109
<b>Figura 51:</b> Instruções da professora para o grupo Cuscuz (A); momentos de grande interação entre integrantes do grupo Asa Branca (B); e Flor de Mandacaru (C). ....	110
<b>Figura 52:</b> Alunos da equipe Cuscuz realizando o simulador Phet (a frente) e Vascak - Princípio das alavancas (segunda e terceira fileira). Detalhe para a faixa vermelha que impedia o movimento dos pesos. ....	111
<b>Figura 53:</b> Layout do simulador Vascak. ....	112
<b>Figura 54:</b> Estação parafuso de Arquimedes. Grupos Asa Branca e Cactinhos. ....	116
<b>Figura 55:</b> Alunos comemoram a montagem da maquete de polias e sistema de polias. Grupo Asa Branca. ....	118
<b>Figura 56:</b> Atividade proposta aos alunos: montar o sistema nas três configurações: A - modelo de polia fixa; B - modelo de sistema de polia com uma polia móvel; C - modelo de sistema de polia com três polias móveis. ....	119
<b>Figura 57:</b> Pista de plano inclinado. Grupos Asa Branca e Cactinhos. ....	121
<b>Figura 58:</b> Uso do aplicativo Plickers. ....	125
<b>Figura 59:</b> Nuvem de palavras elaborada com Wordclouds. ....	128

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b> Competências gerais e específicas da BNCC que podem ser associadas ao objeto de Máquinas Simples. ....	46
<b>Quadro 2:</b> Livros analisados do PNLD 2020.....	47
<b>Quadro 3:</b> Cronograma de Atividades. ....	72
<b>Quadro 4:</b> Organização dos conteúdos das aulas teóricas.....	74
<b>Quadro 5:</b> Ordem e detalhamento de cada rotação por estações. ....	75
<b>Quadro 6:</b> Quadro de pontuação do simulador PhET balançando. ....	107
<b>Quadro 7:</b> Pontuação individual dos alunos no aplicativo Plickers. ....	127
<b>Quadro 8:</b> Opinião dos alunos sobre o uso do aplicativo Plickers. ....	131

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Determinação do quanto os alunos gostaram da atividade proposta. ....	92
<b>Gráfico 2:</b> Percepção dos alunos sobre a importância dos conteúdos estudados. ....	93
<b>Gráfico 3:</b> Expectativa dos alunos para as próximas aulas. ....	93
<b>Gráfico 4:</b> Identificação do nível de aceitação da aula. ....	100
<b>Gráfico 5:</b> Percepção dos alunos sobre a importância dos conteúdos estudados. ....	101
<b>Gráfico 6:</b> Identificação das estações preferidas. ....	102
<b>Gráfico 7:</b> Identificação do nível de aceitação da aula. ....	114
<b>Gráfico 8:</b> Identificação das estações preferidas. ....	114
<b>Gráfico 9:</b> Identificação do nível de aceitação da aula. ....	122
<b>Gráfico 10:</b> Identificação das estações preferidas. ....	123
<b>Gráfico 11:</b> Percentual de acerto das perguntas feitas utilizando o aplicativo Plickers. ....	125
<b>Gráfico 12:</b> Estações favoritas. ....	131

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

Covid-19 – Coronavirus disease 2019

EJA – Educação de Jovens e Adultos

MA – Metodologia Ativa

MDF – Medium Density Fiberboard

OC – Objeto de Conhecimento

PB – Paraíba

PcD – Pessoa com deficiência

PCN's – Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PhET – Physics Education Technology

PIBID – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência

PNLD – Programa Nacional do Livro e do Material Didático

PPGECM – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação  
Matemática

PVC – Policloreto de vinila

TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação

UEPB – Universidade Estadual da Paraíba

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>As Metodologias Ativas e as TICs como ferramentas de ensino: o que dizem as pesquisas</b> .....	<b>20</b>
<b>2.2</b>	<b>Metodologias Ativas em sua especificidade: a rotação por estações</b> .....	<b>24</b>
<b>2.3</b>	<b>TIC e ensino: um olhar para o uso de simuladores</b> .....	<b>29</b>
<b>2.3.1</b>	<b><i>O simulador PhET e o site Vascak para o ensino de ciências</i></b> .....	<b>31</b>
<b>2.4</b>	<b>Ensino de ciências na educação básica: dos documentos oficiais às dificuldades de realizá-lo</b> .....	<b>37</b>
<b>2.5</b>	<b>Máquinas simples</b> .....	<b>48</b>
<b>2.5.1</b>	<b><i>Conceito de força</i></b> .....	<b>48</b>
<b>2.5.2</b>	<b><i>As máquinas simples</i></b> .....	<b>52</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIÇÃO METODOLÓGICA</b> .....	<b>70</b>
<b>3.1</b>	<b>Sobre o trabalho de pesquisa</b> .....	<b>70</b>
<b>3.2</b>	<b>Sobre a proposta didática</b> .....	<b>72</b>
<b>3.3</b>	<b>Organização das estações e expectativas</b> .....	<b>75</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>89</b>
<b>4.1</b>	<b>Aplicando a proposta: a experiência vivenciada e o olhar da pesquisadora</b> .....	<b>89</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>133</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>136</b>
	<b>APÊNDICE A - Primeira avaliação (avaliação da aula 1)</b> .....	<b>144</b>
	<b>APÊNDICE B - Avaliação da primeira rotação por estações</b> .....	<b>145</b>
	<b>APÊNDICE C - Avaliação da segunda rotação por estações</b> .....	<b>146</b>
	<b>APÊNDICE D - Avaliação da terceira rotação por estações</b> .....	<b>147</b>
	<b>APÊNDICE E – Questionário de opinião</b> .....	<b>148</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O ano de 2020 foi, sem dúvidas, um marco para as gerações futuras e trouxe significativas mudanças nas metodologias de ensino escolar. Para muitos professores, o uso de um computador resumia-se à elaboração de *slides*, apresentações de vídeos ou formatação de provas. Com a pandemia da Covid-19, a necessidade de manter o distanciamento para frear a contaminação evidenciou uma prática que era pouco ou nada explorada por muitos professores: o uso de Metodologias Ativas (MA) (Gonçalves; Terra Azevedo; Oliveira, 2022), e das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).

Nesse contexto, mesmo levando em consideração as dificuldades enfrentadas por muitos docentes e discentes, a aula remota foi a única alternativa para dar continuidade ao processo de escolarização (Pardo Kuklinski; Cobo, 2020). Os professores utilizaram variados recursos tecnológicos para realizar suas atividades e, também, para atrair os alunos ao novo e necessário formato remoto de ensino e aprendizagem, tornando as MA e TIC ainda mais aliadas.

A proposta de uma educação ativa que envolva os aprendizes é antiga, o conceito de Metodologia Ativa é que surgiu recentemente. De acordo com o Beck (2018), Freire, Dewey, Knowles, Rogers, Vygotsky não citavam o termo, mas defendiam a aplicação de tais princípios. Ele descreve ainda que a filosofia socrática (século V a.C) já buscava ativar os ouvintes através de um método interrogativo. Desta forma, se fossemos buscar um “idealizador”, teríamos que voltar milênios na história da educação.

Com relação ao uso das TICs, algumas instituições de ensino já tentavam se adequar aos novos tempos em que o conhecimento está ao toque dos dedos, principalmente para suprir as necessidades dessa geração de jovens que estão completamente inseridos no mundo digital, com celulares, computadores, tablets e acesso à internet. Invariavelmente, é um público que cobra práticas pedagógicas mais dinâmicas para aprender os saberes escolares que, na maior parte das vezes, são transmitidos no formato de aulas puramente expositivas, pouco atrativas, tendo o professor à frente do grupo, abordando conteúdos que necessitam de muita atenção

para a assimilação, o que é difícil para os jovens dinâmicos da era digital (Moran, 2015). Esse público já não possui mais a figura do professor como a única fonte de saber, justamente por terem acesso a todo o tipo de informação por meio das TIC (Nunes; Rocha; Toledo, 2018). Vale destacar que informação não é conhecimento. Desta forma, o papel do professor como mediador desse processo é essencial.

Não obstante, é preciso considerar que haviam alguns professores e escolas que, por diversos motivos, não saíam de uma zona de conforto, mantendo suas clássicas práticas pedagógicas de ensino. Nesses casos, o uso de MA e da TIC ocupavam um tímido espaço no cotidiano da sala de aula, tanto pelo receio dos professores na manipulação dos equipamentos, quanto por acreditarem que planejar aulas diferentes das tradicionais acrescentaria mais atividades às suas já sobrecarregadas rotinas de trabalho.

Além disso, a falta de manutenção ou a inexistência de espaços de informática eram uma realidade presente, assim como a ausência de pessoal qualificado para dar suporte aos professores na maioria dos estabelecimentos educacionais. A escassez de materiais como computadores, TVs, projetores, cabos e acesso à internet também limitava o uso eficaz de MA e da TIC.

Outro fator bastante recorrente é a justificativa da carência de preparo, ou seja, a necessidade de formação continuada que estimule os docentes para seus usos (Niz, 2017). Em seu livro “A Máquina das Crianças”, Papert (2008, p. 27) fala sobre professores que, mesmo bem-intencionados, são amarrados a uma ideia de que não há outro modo de ensinar, porque nunca viram ou imaginaram alternativas para isso.

Os motivos para que uma boa parcela de professores e escolas ainda não utilizassem as MA e as TICs em suas práticas pedagógicas eram muitos. Porém, certamente era uma questão de tempo para uma mudança desse cenário. A pandemia apenas evidenciou e acelerou essa demanda social.

Mas não é somente pelo fato de estarem em evidência que essas propostas devem ser inseridas na escola e nas práticas pedagógicas sem um planejamento para isso (Nunes; Rocha; Toledo, 2018). É importante que o professor tenha intencionalidade e consciência de como um recurso tecnológico pode ser relevante em suas aulas e saiba como utilizá-lo, aproveitando as potencialidades de

equipamentos, programas, *softwares*, aplicativos e diversas outras ferramentas que o auxiliem nesse processo. Para Moran (2015), se queremos alunos proativos, precisamos fazer uso de metodologias que os envolvam em atividades cada vez mais complexas, com possibilidade de fazer escolhas, avaliar resultados e espaço para a tomada de iniciativa visando, assim, desenvolver sua criatividade.

O interesse em trabalhar com MA e TIC começou logo nas primeiras aulas no exercício do magistério, em uma escola pública na cidade de Mangaratiba, Rio de Janeiro. A limitação do quadro nos obrigava a buscar recursos variados para melhorar a compreensão dos alunos e nos auxiliar na construção do conhecimento. E entre *slides*, *gifs*, vídeos, aulas em laboratórios improvisados, materiais reaproveitados, fomos percebendo a possibilidade de aulas diferentes, mais dinâmicas, com alunos participativos que construía de forma colaborativa seu aprendizado.

Mais tarde, já na Paraíba, no segundo dia de aula em uma escola particular fomos, juntamente com milhares de professores, surpreendidos pela pandemia do Covid-19. Os primeiros dias da pandemia foram de incredulidade, e à medida que as semanas se passavam, a sensação de completa incapacidade se misturava com uma ânsia de fazer algo que pudesse manter o aluno (que era apenas uma letra da inicial do nome) na frente do *Meet* por horas seguidas. Como cita Bitencourt *et al.*, “não era apenas necessário saber utilizar a tecnologia colocando-a para funcionar, mas a mesma deveria funcionar com o encantamento necessário a prender a atenção e o interesse do público destinado, os discentes” (Bitencourt *et al.*, 2022, p. 5).

No Brasil, durante aproximadamente 78 semanas, as escolas permaneceram fechadas, o que prejudicou cerca de 44 milhões de estudantes (UNESCO, 2020). No pós-pandemia, problemas que já existiam foram intensificados, dentre os principais: a evasão escolar e o retrocesso da aprendizagem. Mas, mesmo diante de tantas dificuldades, a pandemia trouxe uma revolução na educação. Danilo Olegário (2021) descreve, em seu livro, como a pandemia acelerou a emergente discussão sobre o uso da tecnologia como elemento fundamental em todas as áreas da educação.

Foram dias difíceis, mas há um provérbio oriental que diz: dias difíceis formam pessoas fortes. Certamente, a pandemia trouxe incontáveis prejuízos para a educação.

Outra motivação se dá com as observações das mudanças no currículo que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) trouxe em comparação aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e a necessidade de adequar esses conteúdos que foram redistribuídos. Nos PCN, os conteúdos de Ciências estavam distribuídos em quatro blocos temáticos: Terra e Universo, Vida e Ambiente, Ser Humano e Saúde e Tecnologia e Sociedade, e cada um desses blocos era trabalhado em um ano escolar do ensino fundamental, sendo que, normalmente, a Física e a Química eram concentradas no último ano (9º ano) (Brasil, 1998a). Já na BNCC, a reorganização dos conteúdos curriculares ocorre em três unidades temáticas: Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo, que serão obrigatórias em todos os anos do Ensino Fundamental I e II, com aumento gradativo no grau de complexidade (Brasil, 2018; Verderio, 2020).

Dessa forma, alguns conteúdos que antes eram lecionados no 9º ano passam então a ser lecionados em todo o Ensino Fundamental, o que traz a necessidade de adaptação desses conteúdos para a realidade cognitiva dos discentes. Todo esse contexto serviu para uma justa necessidade de aprofundamento pessoal e profissional, e parte desse processo será visto na construção desta dissertação.

Nosso trabalho foi realizado em uma turma com 34 alunos do 7º ano de uma escola particular no município de Campina Grande – PB, trazendo como pergunta de investigação: Como o uso de Metodologias Ativas e Tecnologias de Informação e Comunicação podem facilitar o ensino de Ciências nos anos finais do ensino fundamental? Para responder ao nosso questionamento, iremos discorrer sobre as contribuições que o uso dessas ferramentas pode trazer para o desenvolvimento da compreensão dos alunos no conteúdo de máquinas simples.

O presente trabalho traz uma proposta pedagógica que visa auxiliar os alunos na compreensão do conteúdo de máquinas simples, utilizando uma sequência didática construída a partir do uso Metodologias Ativas e Tecnologias de Informação e Comunicação, aliadas neste processo. Nesta sequência, utilizaremos a MA de Rotação por Estações e as TICs, com o uso de simuladores, vídeos e ferramentas de teste virtual. Neste sentido, são nossos objetivos:

### **Objetivo geral**

Investigar as contribuições das Metodologias Ativas, com ênfase na abordagem híbrida de rotação por estações, associadas às Tecnologias de Informação e Comunicação, por meio da implementação de uma proposta didática para o conteúdo de máquinas simples no ensino de Ciências dos anos finais do Ensino Fundamental.

### **Objetivos específicos**

- Aprofundar o conhecimento sobre o uso de Metodologias Ativas, em especial, a rotação por estações, bem como das Tecnologias de Informação e Comunicação;
- Revisar as mudanças que os documentos norteadores oficiais da educação trazem para o ensino de Ciências em nosso país;
- Elaborar uma proposta de ensino do conteúdo de máquinas simples através do uso das Metodologias Ativas e Tecnologias de Informação e comunicação;
- Apresentar um relato sobre a aplicação do material instrucional, fornecendo aos professores de Ciências um material que os oriente no uso da sequência didática.

Escolhemos o conteúdo **máquina simples** por sua riqueza de possibilidades, e por fazer parte do Objeto de Conhecimento (OC) que era, inicialmente, visto no 9º ano do Ensino Fundamental II e aprofundado no Ensino Médio, sendo agora, de acordo com a BNCC, lecionado dentro da unidade temática de Matéria e Energia dos OC do 7º ano.

Como estratégia de **Metodologia Ativa** escolhemos o modelo **híbrido de rotação por estações** que, segundo Ramos (2020), favorece o aprendizado e o desenvolvimento de novas habilidades, a autonomia do aluno e estimula o trabalho em equipe. Nele, o espaço da sala de aula é dividido em estações de trabalho, cada uma com um objetivo específico, mas todas conectadas ao objetivo central da aula (Descovi; Mehlecke; Costa, 2019).

As **Tecnologias de Informação e Comunicação** serão vistas em vários momentos, em especial nas estações, uma vez que um dos seus pontos deverá conter uma estação para aprendizado *on-line* (Staker; Horn, 2012), e também no uso dos

**simuladores Phet** (que entra também em uma abordagem gamificada) e o site **Vaskak**. Uma das vantagens do uso de simuladores é a recriação de situações que facilitem a visualização e interpretação de fenômenos da vida real e científicos, melhorando a compreensão e apreciação do mundo em sua volta (Ferreira, 2016).

Faremos também o uso de uma proposta **maker**, que de acordo com Soster, abrange uma aprendizagem “significativa e em pares, visando à resolução de problemas e construção de artefatos através de um processo de fabricação digital e ou físico” (Soster, 2018, p. 62). Além disso, busca o protagonismo do aluno ativo, responsável e respeitado pelo seu processo de ensino e aprendizagem, mas que seja também consciente de seus limites e potencialidades para explorar e transformar seu meio ambiente (Soster, 2018).

Para a finalização do processo educativo, utilizaremos a plataforma **Plickers** de testes rápidos, que nos auxiliará no processo de avaliação, sendo este, uma MA e também uma TIC. Esse aplicativo permite a coleta de respostas em tempo real, sem a necessidade de aparelhos celulares, tablets ou conexão de internet por parte dos alunos, que utilizam *cards* com *QR Code* impressos previamente pelo professor para indicar as respostas. O uso de aparelho celular e a conexão de internet é necessária apenas pelo professor para a coleta das informações dos *QR Code* dos alunos (Bento; Neto; De Oliveira, 2017). No capítulo seguinte, apresentamos uma revisão bibliográfica sobre os elementos que fundamentam teoricamente nosso trabalho.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 As Metodologias Ativas e as TICs como ferramentas de ensino: o que dizem as pesquisas

Apesar do termo “Metodologia Ativa” estar em alta no ambiente escolar, reuniões e formação de professores, trazendo a ideia de algo contemporâneo, a origem e autoria do termo é imprecisa, porém bastante antiga. Na educação, teóricos como Dewey (1950), Freinet (1975), Freire (1996), Rogers (1973), Bruner (1978), Vygotsky (1998), Moran (2000), Piaget (2006), entre outros, têm mostrado como cada indivíduo, de diferentes faixas etárias, aprende de forma ativa a partir do contexto em que está inserido (Assunção; Silva, 2020, p. 3). Esses teóricos trouxeram grandes contribuições visando à necessidade de superar a “educação bancária e tradicional, focando a aprendizagem no aluno, envolvendo-o, motivando-o e dialogando com ele” (Moran, 2015, p. 18).

Na literatura brasileira há duas terminologias usuais (metodologia ou aprendizagem ativa), sendo metodologia ativa a mais comum e, segundo Valente, Almeida e Geraldini (2017) esta terminologia é a mais adequada, pois caracteriza situações criadas pelo professor com a intenção de que o aprendiz tenha um papel mais ativo no seu processo de ensino e aprendizagem.

De acordo com Bacich e Moran (2018, p. 4), metodologias são “grandes diretrizes que orientam os processos de ensino e aprendizagem e que se concretizam em estratégias, abordagens e técnicas concretas, específicas e diferenciadas”. Eles afirmam ainda que as “metodologias ativas são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida” (*Ibid.*, p. 4). Ainda de acordo com esses autores, essa construção, na realidade de mundo digital e conectado que vivemos atualmente, pode ser individual, grupal e tutorial – com a orientação de um mediador experiente.

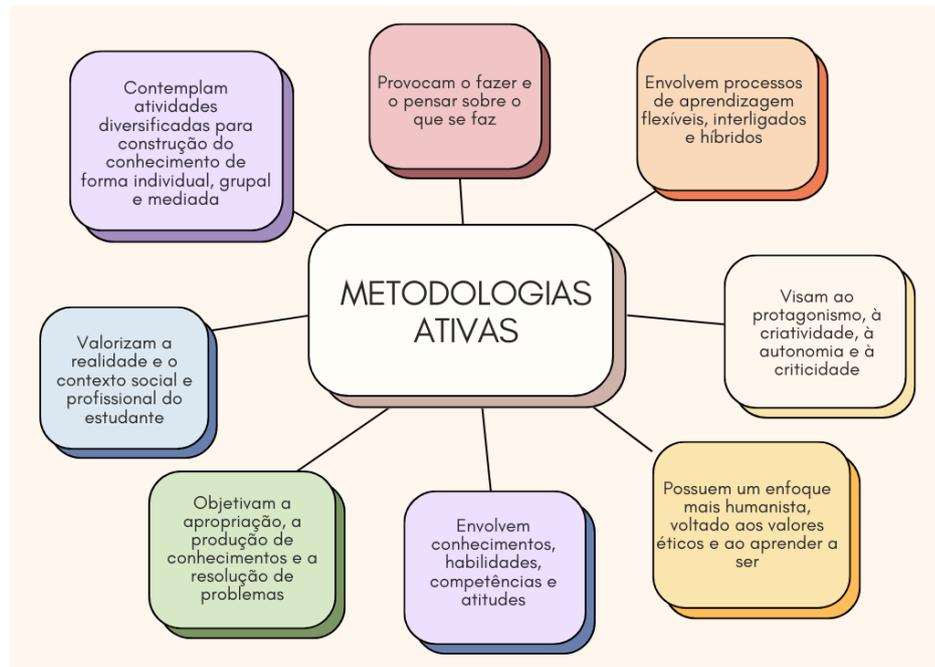
Para Descovi, Mehlecke e Costa (2019), a metodologia ativa é o estímulo à crítica e reflexão dos alunos que são colocados como protagonistas do seu aprendizado, participando ativamente da construção do seu conhecimento de forma autônoma, sendo o professor um incentivador, que trabalha em conjunto com a turma

e se torna mediador dos pensamentos críticos dos alunos. Isso pode transparecer uma ideia de que o professor não é mais uma figura tão importante por deixar de ser o centro do processo, mas não é verdade (Silva, 2020). Para Bacich e Moran (2018), o professor torna-se um gestor de caminhos coletivos e individuais, previsíveis e imprevisíveis, em uma construção aberta, criativa e empreendedora, e isso requer abertura ao novo, pois é muito mais difícil mediar, orientar ou facilitar do que impor aos outros o que você julga correto (Silva, 2020).

Definir o que pode ser enquadrado em metodologia ativa também não é tarefa fácil, pois algumas são menos difundidas, e a intensidade e velocidade que novas ferramentas são desenvolvidas faz com que seja necessária uma revisão frequente do que há de novo no cenário educacional.

Silva (2020) enfatiza que mais importante do que listar as metodologias que se enquadram em ativa, é perceber os pontos em comum que as caracterizam, como o incentivo à tomada de decisões com avaliação dos possíveis resultados, o desenvolvimento de soluções criativas, o trabalho em equipe e a aplicação de conceitos estudados, o que exige dos professores um cuidado em ter clareza do resultado que se espera atingir. Baldissera (2020, p. 39 - adaptada) apresenta, por meio da Figura 1, partindo das definições citadas por Berbel (2011), Cavalcanti e Filatro (2018), Costa *et al.* (2018), Mattar (2017), Moran (2018), Peçanha e Toledo (2016) e Silva (2018), algumas características das metodologias ativas que devem aparecer (não necessariamente todas) para que uma metodologia possa ser enquadrada como tal.

**Figura 1:** Características das Metodologias Ativas.



Fonte: Baldissera (2020).

É importante observar que essa concepção de ensino vem muito antes do uso de TIC na educação e, portanto, desenvolver metodologias por meio de TIC significa reinterpretar concepções e princípios elaborados em um contexto histórico, sociocultural, político e econômico diferente do momento atual (Almeida, 2018).

Ainda de acordo com Almeida (2018), não se trata de criar regras e procedimentos fáceis de reproduzir, e sim, de criar e reconstruir atividades com métodos consolidados na literatura, porém ressignificados para cada contexto, o que exige do professor autonomia e reflexão para desenvolver atividades integradas com o currículo e com potencial de promover experiência e a aprendizagem de estudantes. Isso significa que as metodologias ativas podem ser utilizadas sem o uso de TIC, no entanto, sua associação, além de tornar a atividade mais ágil, traz mais motivação aos envolvidos e abre novas e diferentes oportunidades de interação, colaboração e construção de conhecimentos condizentes com os contextos culturais contemporâneos (Silva, 2020).

Para Prensky (2008), o papel da tecnologia em sala de aula deve ser o de apoiar a “nova” pedagogia, de maneira que os alunos aprendam por si próprios com orientações dos seus professores, algo característico das metodologias ativas. Dessa forma, as TICs vêm como apoio ou incorporadas na metodologia da pedagogia ativa,

e devem ser utilizadas para auxiliar o trabalho do professor e tornar o processo de ensino mais atrativo para as crianças e os jovens dinâmicos da atualidade. Ao mesmo tempo, deve-se ter a consciência que essas práticas são necessárias, mas não podem substituir por completo as metodologias tidas como tradicionais, e sim, utilizadas como suporte e com intencionalidade pelo professor.

Nesse sentido, quando laptops foram descartados, em uma escola americana, por não observarem que a tecnologia estaria, de fato, ajudando no aprendizado de crianças, o que se percebeu posteriormente foi que os professores não mudaram seu modo de ensinar e que são resistentes para usar as tecnologias. Mas o problema não está na resistência do professor, afinal, não são eles que devem usar a tecnologia para ensinar aos alunos, e sim, os alunos que devem usá-la para ensinar a si mesmos. O papel do professor não deve ser tecnológico, pois ele não precisa ter um domínio pleno do recurso, mas sim intelectual, fornecendo aos alunos contexto, garantia de qualidade e ajuda individualizada (Prensky, 2008).

As considerações apontadas pelo autor supracitado nos inquieta, mas conforta, pois entendemos com ele que não se trata de dominar as tecnologias, e sim, que esse professor seja capaz de desenvolver competências que atendam a uma geração conectada e receptiva aos mais diferentes tipos de informação e dispositivos tecnológicos, o que justifica um protagonismo por parte do aluno, uma vez que este possui certa facilidade de acesso às informações e que a conexão *on-line* é praticamente instantânea (Nunes; Rocha; Toledo, 2018).

Dessa forma, no lugar de uma aula expositiva que apenas palestre sobre um determinado assunto, o professor deve contemplar em seu planejamento práticas que motivem os alunos a resolverem uma tarefa, dando a eles um determinado tempo para elaborar explicações e que possam utilizar suas tecnologias para isso. Resumidamente, não se trata do professor dominar as tecnologias, e sim, de rever as suas práticas.

Para Behrens (2006), ser professor na era digital significa romper com o conservadorismo e desenvolver práticas de ensino que levem em consideração outras linguagens, como a digital, além da oral e escrita, buscando recursos e meios para facilitar a aprendizagem.

Certamente, um dos grandes desafios está na formação de muitos professores que não vivenciaram essa “inversão” de papéis propiciada pelas metodologias ativas em nível universitário, e aplicar essas metodologias sem nunca ter experienciado pode ser uma justificativa para a resistência (Nunes; Rocha; Toledo, 2018). Mas é necessário refletir que, com a sociedade digital, o avanço da tecnologia e a emergente necessidade de possuir cidadãos bem preparados, é inaceitável uma educação realmente comprometida com a missão de preparar com qualidade que desconsidere a cultura digital (Gitahy; Sousa; Gitahy Neto, 2019).

Diversas pesquisas têm sido realizadas para avaliar as contribuições das metodologias ativas aliadas às TICs no processo de ensino e aprendizagem. Nelas, os resultados indicaram que essas metodologias podem contribuir para otimizar o tempo das atividades em sala de aula, favorecer a troca de experiências e ampliar a conexão entre professores e alunos; aos docentes, a percepção da necessidade de capacitar-se, e para as unidades de ensino e gestores, a necessidade de investir em aparatos tecnológicos e internet, a fim de que os alunos tenham acesso e desenvolvam suas competências digitais (Mason *et al.*, 2021).

Seu uso pode ainda possibilitar uma formação humana mais ampla, promovendo o desenvolvimento de habilidades e competências, tais como o trabalho coletivo e a comunicação (Magalhães; Rodrigues; Pereira, 2021). Além disso, estudiosos afirmam que o uso dessas estratégias pedagógicas pode estimular a participação ativa dos alunos, promover a interdisciplinaridade e a contextualização dos conteúdos, além de fomentar a autonomia (Souza; Andrade, 2016; Moran, 2015; Nascimento; Gomes, 2019) e a resolução de problemas (incluindo os da vida real), por meio da investigação (Santos *et al.*, 2020).

## **2.2 Metodologias Ativas em sua especificidade: a rotação por estações**

Atualmente, ainda encontramos escolas que reproduzem uma educação baseada no modelo tradicional de ensino, transmitido entre os professores durante a formação acadêmica, em um ambiente que pouco estimula o raciocínio crítico e reflexivo. Nesse contexto, a popularização das TICs e o contato delas com crianças e jovens (que ocorre cada vez mais cedo), impulsionou a reflexão dos processos

metodológicos de um ensino que não era mais capaz de atrair a atenção desse novo público, nos direcionando a buscar novas propostas que se aproximassem dos recursos tecnológicos (Nascimento; Gomes, 2019; Valente; Freire; Arantes, 2018). Com isso, é possível perceber que há uma crescente busca de pais, professores, alunos e instituições de ensino por novas propostas que estimulem os estudantes (Valente; Freire; Arantes, 2018). Trataremos, neste capítulo, da **rotação por estações** como proposta que facilite o processo de ensino e aprendizagem.

A rotação é uma Metodologia Ativa de ensino híbrido que integra as tecnologias ao cotidiano escolar, com momentos de ensino presencial e *on-line*, numa proposta que enriquece e complementa o ambiente presencial, permitindo o posicionamento do aluno no foco do processo de ensino e aprendizagem. Nela, os estudantes, organizados em grupos, passam por diversos pontos específicos da sala de aula (ou fora dela, dependendo da modalidade) organizados conforme o objetivo do professor para a aula em questão, realizando tarefas que podem incluir atividades como as lições em grupos pequenos ou turmas completas, trabalhos em grupo, tutoria individual e trabalhos escritos. (Christensen; Horn; Staker, 2013; Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2015).

Para uma melhor clareza sobre rotação, discorreremos sobre as categorizações definidas pelo artigo “*Classifying K-12 blended learning*” (Staker; Horn, 2012), pelo livro dos mesmos autores intitulado “Usando a Inovação Disruptiva para Aprimorar a Educação” (Horn; Staket, 2015), o artigo “Ensino Híbrido: uma Inovação Disruptiva? Uma introdução à teoria dos híbridos” (Christensen; Horn; Staker, 2013), e pelo livro “Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação” (Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2015), que nos servirão de base para as definições, além de outros autores que nos auxiliarão na construção deste capítulo. Para tanto, precisaremos compreender a metodologia de ensino híbrido, pois a rotação é uma de suas subcategorias.

O ensino híbrido (*Blended Learning*, no qual *blend*, do inglês, significa combinar, misturar) pode ser entendido como um modelo de ensino e aprendizagem que combina ensino presencial (tradicional) e ensino *on-line* (*e-learning*) (Souza; Andrade, 2016), trazendo o melhor dos dois mundos. Nele, não existe uma forma única de aprender, sendo a aprendizagem um processo contínuo, que ocorre de

diferentes formas, em diferentes espaços, um programa de educação formal no qual um aluno aprende por meio do ensino *on-line*, com algum elemento de controle do estudante sobre o tempo, o lugar, o modo e/ou o ritmo do estudo, e por meio do ensino presencial, na escola (Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2015). O ensino híbrido se destaca como uma proposta de ensino e aprendizagem que melhor se aproxima das propostas educacionais do novo século (Souza; Andrade, 2016) e, para melhor compreendê-lo, traremos a organização dos quatro principais modelos, que são distintos entre si, de acordo com a interação que fazem entre os elementos da sala de aula tradicional com atividades *on-line*. São eles: Rotação (que inclui os modelos de Rotação por Estações, Laboratório Rotacional, Sala de Aula Invertida e Rotação Individual), *Flex*, *À la Carte* e Virtual Enriquecido:

**1. Modelo por Rotações:** dentro de um curso ou matéria, os alunos revezam entre modalidades de ensino sendo que, em pelo menos uma das modalidades, o ensino é *on-line*. Desta forma, os alunos alternam em uma sequência fixa ou definida pelo professor entre o ensino *on-line* e o ensino conduzido em pequenos grupos e tarefas registradas em papel. Este modelo possui outros quatro subgrupos: a rotação por estações, o laboratório rotacional, a rotação individual e a sala de aula invertida (Christensen; Horn; Staker, 2013; Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2015; Moran, 2019).

Com base nos referidos autores, apresentamos conceitos das diversas possibilidades existentes dentro do Modelo de Rotações.

- Modelo de **Rotação por Estações** (chamado também de Rotação de Turmas ou Rotação em Classe) é aquele no qual os alunos revezam dentro do ambiente de uma sala de aula e o professor, ou o relógio, indicam a hora de realizar a troca de estação. Os grupos possuem tempos iguais e fazem o revezamento passando e interagindo de diferentes formas com cada estação. É importante observar que, pelo menos um dos grupos, mais autônomo e que independe do acompanhamento direto do professor, estará envolvido em uma proposta *on-line*. Ao final, os alunos e o professor compartilham as descobertas que obtiveram durante a passagem pelas estações e as questões que essa dinâmica suscitou.

- Modelo de **Laboratório Rotacional** é aquele no qual a rotação ocorre entre a sala de aula e, em seguida, adiciona-se uma rotação para computador ou laboratório de ensino, para o aprendizado do ensino *on-line*.
- Modelo de **Sala de Aula Invertida** é aquele no qual a teoria é estudada em casa, no formato *on-line*, e o espaço da sala de aula é utilizado para discussões, resolução de atividades, entre outras propostas.
- Modelo de **Rotação Individual** difere dos outros modelos de Rotação porque, em essência, cada aluno tem um roteiro individualizado e, não necessariamente, participa de todas as estações ou modalidades disponíveis.

**2. Modelo Flex:** aqui o principal é o ensino *on-line*. Nele, os estudantes seguem uma rotina fluida e customizada entre as modalidades de aprendizado, e o professor responsável fica no local oferecendo apoio de um modo flexível e adaptativo, conforme a necessidade, por meio de atividades como lições em pequenos grupos e tutoria individual.

**3. Modelo À la Carte:** os alunos participam de um curso *on-line*, com um professor *on-line* e continuam a ter a experiência do ensino presencial em escolas tradicionais. Ele difere dos demais modelos por serem cursos da escolha do aluno que complementam seus cursos tradicionais e que podem ser realizados dentro ou fora da escola, não sendo uma experiência comum a todos os alunos.

**4. Modelo virtual enriquecido:** os alunos dividem seu tempo entre o ensino em uma escola física e o aprendizado remoto. A ênfase está nas disciplinas *on-line*, podendo ocorrer atividades presenciais como laboratório, experiências práticas ou aulas presenciais. Ele difere dos demais modelos por iniciar completamente *on-line* e aos poucos inserir atividades presenciais e por ser uma experiência de toda a escola.

No desenvolvimento deste trabalho, utilizaremos a **rotação por estações**, mas caminharemos entre outros modelos e propostas de metodologias ativas que serão especificadas ao longo desta pesquisa. É importante salientar que essa proposta não é uma novidade na educação. Decroly, com os centros de interesse, e Freinet, com

os complexos de interesse, já propunham uma organização da sala de aula em espaços diferenciados de acordo com as necessidades dos estudantes, algo bem próximo da rotação por estações e laboratório rotacional (Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2015). Nessa dinâmica, os alunos têm à disposição três ou quatro atividades diferentes dispostas, por exemplo: em uma estação A, em que um grupo de alunos realize uma leitura, na estação B, assista a um vídeo, na estação C, realize uma pesquisa na internet e na estação D, um experimento prático (Nascimento; Gomes, 2019), sendo essas atividades complementares ou sobre o mesmo assunto, mas com abordagens diferentes.

A quantidade de estações está ligada diretamente ao número de alunos na turma, sendo o ideal que, em turmas muito numerosas, exista um maior número de estações, oportunizando grupos menores e uma maior interação entre os alunos. Com relação ao tempo, Souza e Andrade (2016) consideram que ele dependerá do objetivo de cada estação e das características da turma, podendo o professor estimar um tempo médio suficiente para o cumprimento da etapa, ou trabalhar com a autonomia do aluno, de modo que eles se tornem responsáveis pelo seu aprendizado, realizando a rotação quando estiverem seguros.

O professor, além de mediar e estimular, precisa estar atento aos momentos em que os alunos interagem entre si, de forma colaborativa, bem como ao momento de conhecimento de maneira individual, pois esta variação é imprescindível para desenvolver não só os conteúdos, mas a autonomia dos alunos, dado suporte e apoio aos que apresentarem quaisquer dificuldades (Nascimento; Gomes, 2019).

Nesse modelo de ensino, a avaliação terá o objetivo de diagnosticar e analisar o desempenho individual e coletivo dos alunos. Para isso, os objetivos e as atividades de cada estação devem estar alinhados ao resultado de aprendizagem que o professor deseja alcançar (Souza; Andrade, 2016). Nesse sentido, um planejamento bem elaborado é fundamental e, tanto os conteúdos, como as tecnologias utilizadas, devem ser escolhidos com objetivos pedagógicos muito bem definidos. Para Bacich; Tanzi Neto; Trevisani (2015, p. 35):

Se o necessário é a instrução, o professor deve selecionar ou criar um vídeo adequado; se o objetivo é a interatividade, ele pode escolher um *game* ou um simulador; e se a meta é avaliar, ele deve escolher uma ferramenta eficiente no levantamento de dados para transformar feedback em orientação

educacional. Em um planejamento de aula eficiente, devem ser escolhidas as ferramentas e a forma de utilizá-las, bem como se definir o papel do aluno e do professor.

Para Souza e Andrade (2016), a rotação por estações oportuniza ao professor trabalhar com o ensino e o aprendizado de grupos menores de estudantes; aumenta a possibilidade de oferecer *feedbacks* aos alunos em tempo útil; permite que os alunos aprendam tanto de forma individual quanto colaborativa; e, por fim, permite o acesso a diversos recursos tecnológicos que propiciem, tanto para professores como para os alunos, novas formas de ensinar e aprender.

### **2.3 TIC e ensino: um olhar para o uso de simuladores**

As transformações tecnológicas que estamos vivenciando hoje são algo que o matemático, educador e visionário Seymour Papert (2008) já anunciava desde a década de 1960. Para ele, toda criança deveria ter um computador em sala de aula. Durante a pandemia, com as aulas remotas, a sala de aula passou a ser a própria casa do aluno. Mesmo cientes de que uma parcela de estudantes permanece “desconectada”, de forma geral, não falamos mais em ter um computador, mas sim em ter ou não acesso à internet, podendo esta ser acessada por qualquer outro dispositivo digital, como tablet ou smartphone. Mesmo com o retorno das aulas, certamente esse novo contato gerou uma transformação na maneira como alunos e professores passaram a compartilhar o conhecimento.

Ao cunhar o termo *construcionismo* (uma reconstrução pessoal do construtivismo de Piaget), Papert (2008) o define como uma filosofia educacional na qual a aprendizagem ocorre com mais eficácia quando é dada a oportunidade ao aluno de vivenciar suas próprias experiências, buscando por si mesmo o conhecimento que precisa. Um caminho que podemos trilhar para conquistar essa aprendizagem de forma significativa é justamente pelo uso dos jogos e simuladores em sala de aula. Enquanto Piaget enfatizava a interação do indivíduo com o ambiente físico, Papert expandiu essa ideia ao saber que o ambiente digital, especialmente os ambientes computacionais, também desempenha um papel crucial na construção do conhecimento. Papert também destaca a importância do aprendizado prático e da experimentação, permitindo que os alunos desenvolvam suas próprias soluções para problemas complexos (Papert, 2008).

Ainda nessa perspectiva, James Paul Gee (2009) ao estabelecer relações de como o uso de bons jogos podem incorporar bons princípios de aprendizagem, indica a capacidade dessas ferramentas em auxiliar nossos alunos com uma agência mais autônoma na resolução de tarefas que apresentem diferentes níveis de dificuldade, propiciando um espaço em que eles possam correr riscos, possibilidade de trabalhar em equipe, maior capacidade de contextualização e consolidação do aprendizado. Eles devem, ainda, estimular o desenvolvimento da criatividade e da imaginação (Arantes; Miranda; Studart, 2010).

Podemos ainda adicionar as contribuições do Pensamento Computacional que, segundo Wing (2014), consiste em processos de pensamento envolvidos na formulação e resolução de problemas que possam ser solucionados por um ser humano ou máquina de maneira eficaz. Para Pasqual Junior (2020), o Pensamento Computacional inova no campo da aprendizagem e da produção do conhecimento, pois o aluno torna-se agente do seu processo de aprendizagem e desenvolvedor de novos produtos, em um ambiente inimaginável de possibilidades, podendo criar e simular muitas coisas (Pasqual Junior, 2020).

Diante desses argumentos, podemos perceber que o uso de simuladores pode ser um grande aliado no processo de ensino e aprendizagem. Eles simulam situações reais, hipotéticas ou fenômenos, permitindo que o usuário seja capaz de explorar ou modificar os parâmetros do modelo (Clark *et al.*, 2009). Para Fiziotto (2019), os simuladores têm potencial para auxiliar a compreensão dos estudantes à medida que suas previsões são confirmadas na sequência da simulação, permitindo ao professor um aprimoramento de sua prática didática com economia de tempo, se comparado a um laboratório convencional.

Um ponto importante é que os simuladores não devem substituir as atividades experimentais, uma vez que elas promovem habilidades importantes como a manipulação de instrumentos e equipamentos (Fiziotto, 2019), mas sim, serem combinados a elas, tornando o processo de aprendizagem dos alunos mais eficiente (Arantes; Miranda; Studart, 2010). Entretanto, compreendendo que muitas instituições de ensino não dispõem de um laboratório ou o tem de forma precária, para esses casos, os simuladores tornam-se uma alternativa de recurso barato e seguro para o processo de ensino. Outra grande contribuição do uso de simuladores é para a

visualização de situações que exigiriam a imaginação do aluno, como os movimentos dos átomos e subpartículas atômicas.

Dentre as opções de simuladores que temos disponíveis, selecionamos para trabalhar com o objeto de conhecimento de Máquinas Simples, no subobjeto de alavancas, o simulador PhET e o simulador Vascak, sobre os quais discorreremos no tópico a seguir.

### **2.3.1 O simulador PhET e o site Vascak para o ensino de ciências**

Como o uso da metodologia híbrida de rotação por estações solicita que pelo menos uma de suas estações seja *on-line*, escolhemos duas plataformas para trabalhar com simuladores em uma proposta gamificada: o simulador PhET colorado e o simulador Vascak.

#### **Simulador PhET**

O projeto PhET, da Universidade do Colorado (EUA), disponibiliza simulações virtuais de alta qualidade, em sua plataforma *on-line*, que podem ser utilizadas direto do sítio, ou ainda, baixadas gratuitamente pelos usuários que podem ser alunos, professores ou mesmo curiosos (Arantes; Miranda; Studart, 2010). As simulações compreendem os campos das ciências da natureza, como a biologia, química e física, e também da matemática e das ciências da Terra. Além de criar as simulações, a equipe do PhET também se dedica a avaliar a eficácia de sua implementação em ambientes de ensino, que pode ocorrer por meio de abordagens diversas, tais como aulas expositivas, atividades em grupo, tarefas individuais para serem realizadas em casa e em conjunto com experimentos laboratoriais (Arantes; Miranda; Studart, 2010).

Um dos grandes pontos favoráveis ao uso de simuladores, como ferramentas que auxiliem o professor no processo de ensino e aprendizagem, é que as simulações possibilitam ao aluno a visualização de conceitos abstratos ou que dificilmente poderiam ser percebidos em um curto período de tempo (Ferreira, 2016). Além disso, permite ao estudante “ir e voltar”, correr riscos e aprender com eles, sem que isso traga algum prejuízo, como nas avaliações tradicionais, constituindo-se um mecanismo eficiente para apresentar conceitos científicos e contribuir para tornar os

professores facilitadores e os alunos agentes autônomos no processo de ensino e aprendizagem. (Arantes; Miranda; Studart, 2010).

As simulações são enriquecidas com elementos visuais envolventes e controles intuitivos, como a funcionalidade de arrastar e clicar, a manipulação de barras e botões, além da incorporação de instrumentos de medição como voltímetros e termômetros. O propósito subjacente a esses recursos é tornar palpável aquilo que é invisível, como um átomo, por exemplo, com a finalidade mais avançada de compreensão e construção de conceitos fundamentais (Barros, 2019).

A principal finalidade das simulações é proporcionar novas formas de aprender, fortalecendo currículos de qualidade e os esforços de professores comprometidos. O propósito pedagógico do seu uso pode ajudar a introduzir um novo tópico, construir conceitos ou habilidades, fortalecer ideias ou fornecer reflexão e revisão final (Arantes; Miranda; Studart, 2010).

Em nosso trabalho, utilizaremos o simulador PhET Balançando que, com uma gangorra, aborda o conteúdo de alavanca. Entre as opções disponíveis no simulador, temos o “jogo”, disposto em quatro níveis com seis desafios cada, tendo em cada nível um aumento gradativo da dificuldade.

O jogo possui pontuação e cada desafio vale 2 pontos. Caso o usuário erre na primeira tentativa, é possível mais uma jogada com a metade dos pontos. Após duas tentativas, o jogador visualiza a resposta correta que soluciona o problema. O simulador conta ainda com ferramentas de posição que auxiliam na contagem das distâncias dos objetos dispostos na gangorra, avisos sonoros e um *smail* feliz, quando acerta, ou triste quando erra.

Ao fim de cada nível, o jogador recebe a pontuação e uma mensagem de incentivo, como “continue tentando”, “muito bem”, ou, se acertar todos, “excelente” e aplausos e comemorações ao fundo.

De acordo com o site<sup>1</sup>, com o uso do simulador alguns objetivos de aprendizagens podem ser alcançados, entre eles, prever como objetos de massas diferentes podem ser usados para equilibrar uma gangorra, antecipar como a

---

<sup>1</sup> Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/balancing-act](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/balancing-act) Acesso em 03/11/2023.

mudança de posições das massas sobre a gangorra afetará seu movimento, formular regras para prever a inclinação da gangorra quando objetos forem colocados sobre ela e usar suas regras para resolver quebra-cabeças sobre o equilíbrio.

Com isso, foi possível perceber que o simulador carrega em si diversos elementos que o caracterizam em uma proposta gamificada, como veremos a seguir.

O termo gamificação (do inglês “*gamification*”) foi usado pela primeira vez em 2002 pelo desenvolvedor de software e pesquisador britânico Nick Pelling, ganhando popularidade em meados de 2010 (Teixeira, 2017), com os trabalhos de Jane McGonigal, famosa *game* designer norte-americana (Vianna *et al.*, 2013). Somado a isso, podemos citar também que a difusão do uso das TICs, o crescimento da indústria de mídia digital e a expansão dos softwares baseados em *games* (Fiziotto, 2019) foram importantes impulsionadores para o crescimento do seu uso.

No contexto educacional, podemos entender a gamificação como a utilização de pensamentos, mecanismos, estratégias e elementos de *games* em situações de não *game* (Rezende, 2018; Fadel *et al.*, 2014). A gamificação não é o ato de jogar ou criar um jogo, mas sim, a utilização de regras, objetivos, metas, ranking, em cenários educacionais (ou empresariais), com o objetivo de auxiliar na resolução de problemas, promovendo aprendizagem neste processo (Kapp, 2012). Fadel *et al.*, (2014) observa ainda que seu uso gera motivação na resolução de problemas e engajamento do público ao qual se destina.

Como Metodologia Ativa, a utilização de estratégias de gamificação vem se tornando cada vez mais popular no âmbito da educação, passando de um simples recurso de entretenimento para uma eficiente estratégia de ensino capaz de auxiliar os professores e, quando bem selecionados, podem potencializar o aprendizado, despertando nos alunos maior motivação, engajamento e protagonismo (Fernandes; Freire Junior; Bastos, 2020), além de acompanhar as tendências tecnológicas, suprimindo as necessidades entre professores e estudantes com o uso de um método atrativo adequado para uma geração que frequentemente consome os jogos sem uma intenção educacional (Rezende, 2018). Dessa forma, ela é capaz de conectar a escola ao mundo dos jovens e, no lugar de focar em notas, utiliza os elementos presentes

nos jogos para promover experiências que envolvem os estudantes cognitivamente e emocionalmente (Fadel *et al.*, 2014).

Já no mundo corporativo, a gamificação transcende os limites dos jogos tradicionais, expandindo-se para além desse universo e adentrando diversos setores da sociedade contemporânea. A inserção de elementos típicos dos jogos, como recompensas, competições e progressão, não se restringe apenas aos jogos digitais, mas também se manifesta em espaços não tradicionais, como programas de fidelidade em negociações, nos quais os pontos acumulados se convertem em descontos ou vantagens na aquisição de produtos.

Essa perspectiva ampliada da gamificação revela sua capacidade de envolver e motivar pessoas em esferas distintas da vida cotidiana, transcendendo o entretenimento para se tornar uma estratégia eficaz na promoção de interação e participação em diferentes atividades. Ao utilizar mecânicas e dinâmicas presentes nos jogos, a gamificação não só potencializa o envolvimento das pessoas, mas também estimula a consecução de objetivos e metas, seja no âmbito educacional, empresarial ou social, demonstrando seu potencial transformador em contextos variados.

Para Kapp (2012), alguns elementos precisam estar presentes em um *game* para que ele cumpra com seu papel de envolver pessoas, motivar a ação, promover a aprendizagem e resolver problemas. São eles:

- Mecânica: aqui temos os elementos mais básicos, como as regras, o *feedback*, os níveis, as recompensas e o sistema de pontuação.
- Estética: uma experiência estética agradável é muito importante no projeto de gamificação, pois influenciará positivamente no processo de aceitação do usuário.
- Pensamento dos *games* (*game thinking*): de acordo com o autor, essa é a mais importante das características. Através dela, transformamos experiências cotidianas de determinado contexto ou situação em uma espécie de jogo, partindo da adição de elementos, tais como: a competição, a cooperação, a exploração e a narração, propiciando ao usuário uma experiência agradável e prazerosa, que gere sentimento de realização, vitória e retorno imediato.

- *Games*: seguindo a ideia anterior, é necessário desenvolver um sistema que seja capaz de envolver os jogadores em um desafio abstrato, no qual eles queiram permanecer investindo seu tempo, energia e raciocínio para solucionar os problemas propostos com o objetivo de entretenimento e educacional.

O autor ainda elenca outros pontos, como a importância de **envolver** e capturar a atenção do usuário, as **pessoas** que vão se envolver no processo, podendo ser aprendizes, alunos, clientes ou jogadores; a **motivação**, na qual os desafios não podem ser muito fáceis, nem muito difíceis, mas sim adaptados à capacidade de cada indivíduo para que este queira continuar jogando; que seja capaz de **promover a aprendizagem**, utilizando técnicas similares aos *games*, com uma linguagem que os indivíduos inseridos na cultura digital estão mais acostumados, e que os estimulem a **resolver problemas**. Para isso, a gamificação tem um grande potencial, pois, utilizando estratégias motivadoras, ela é capaz de atrair e encorajar muitos a darem o seu melhor para alcançar a vitória (Kapp, 2012).

Apesar das diversas possibilidades e notáveis benefícios, é importante salientar que os jogos, inclusive aqueles com propósitos educativos, não substituem a intervenção do professor, sendo fundamental analisar esses recursos de forma técnica e pedagógica, assegurando-se de que estão alinhados com os objetivos de aprendizagem que se busca alcançar (Viana, Lucas, Moita, 2021).

Pensando em *games* e em como podemos incorporar alguns de seus princípios no processo de aprendizagem, Gee (2009) observa que:

os jogadores não aceitam jogos fáceis, bobos, pequenos. Em um nível mais profundo, porém, o desafio e a aprendizagem são em grande parte aquilo que torna os *videogames* motivadores e divertidos. Os seres humanos de fato gostam de aprender, apesar de às vezes na escola a gente nem desconfiar disso (Gee, 2009, p. 2).

Dentre os princípios que bons *videogames* incorporam na aprendizagem, então defendidos pelo autor, destacamos o **risco**: em um jogo, os jogadores são estimulados a correr riscos, pois, quando erram, eles podem voltar ao último jogo que salvaram. Dessa forma, fracassar em um *game* é uma coisa boa. O jogador pode utilizar a experiência de um erro anterior para buscar padrões e melhorar seu desempenho. No ambiente escolar, oferecemos muito menos espaço para o risco, a exploração e o insucesso. Trazendo as ideias de Gee para a gamificação, podemos

permitir que o aluno tente inúmeras vezes, erre, acerte, sem que isso traga consequências negativas, como uma nota baixa em um processo avaliativo formal, como uma prova.

No contexto do uso de gamificação com simuladores, além da agência e controle, o aluno pode experienciar situações abstratas, que poderiam gerar acidentes (produtos químicos, eletricidade), ou ainda que dependam de espaços específicos ou recursos caros, como reagentes ou materiais de difícil aquisição.

Teixeira (2017) observa que as atividades gamificadas criam um ambiente capaz de transformar uma tarefa “chata” e “monótona” em uma atividade motivadora ao se utilizar os elementos competição, exploração, cooperação e narrativa diferenciada.

Em nossa proposta, as atividades gamificadas aparecem em alguns momentos, mas será mais marcante no uso do simulador PhET Balançando e no uso do aplicativo Plickers, que apesar de ser um aplicativo de quiz, dependendo da intencionalidade, pode ser utilizado em uma abordagem gamificada.

### **Simulador Vascak**

A plataforma foi desenvolvida pelo professor Doutor Vladmir Vascak, nascido em 8 de janeiro de 1955, na Tchecoslováquia, e falecido em 2 de setembro de 2015, em Campton, New Hampshire-US, sendo um aplicativo *on-line* e gratuito, para o ensino de Física, que apresenta diversas simulações que englobam conteúdos desde a Mecânica até a Física Moderna, além de conteúdos referentes à informática, ciência da computação e até mesmo pequenas aulas de francês (Souza, 2020), que podem ser utilizados para exemplificar situações cotidianas do Ensino Fundamental e Médio, possuindo mais de 200 animações e simulações com uma proposta bastante simples e objetiva, possibilitando que os alunos façam uso sem grandes instruções (França, 2022).

O Vascak é um software desenvolvido em HTML5 que oferece uma ampla gama de conteúdo acessível, inclusive através de navegadores de smartphones, tornando-o altamente conveniente para os usuários (Silva, 2019). No entanto, ao contrário do PhET, ele requer conexão à internet para acesso, ao passo que o PhET

permite o download das simulações para uso posterior em sala de aula. O Vascak está disponível em língua portuguesa além de outros 11 idiomas (França, 2022), e pode ser acessado por meio dos sistemas operacionais Android, iOS e computadores.

Em nossa proposta, utilizamos o simulador “Princípio das Alavancas” que é composto por uma barra numerada de zero (região do fulcro) a 10 e pesos que variam entre 1, 2 e 5 kg. Quando os pesos são adicionados na barra, uma equação é disponibilizada na tela, na qual facilmente pode ser feita a relação de multiplicação entre a distância e o peso, podendo assim ser verificado o equilíbrio da barra ou se ela penderá para um dos lados.

Apesar de sua grande gama de funcionalidades e da possibilidade de ser uma grande aliada dos professores em sala de aula, percebemos que a plataforma não é tão popular, sobretudo em pesquisas acadêmicas, se compararmos ao simulador PhET.

#### **2.4 Ensino de ciências na educação básica: dos documentos oficiais às dificuldades de realizá-lo**

Buscaremos aqui compreender os documentos que norteiam a educação brasileira no que concerne o **ensino de ciências da natureza dos anos finais do ensino fundamental**, e como esses documentos trazem o uso das **Metodologias Ativas** e as **Tecnologias de Informação e Comunicação**.

Para tratar do ensino de ciências da natureza nos anos finais do ensino fundamental, utilizaremos inicialmente os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Ciências Naturais e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), mas antes de adentrarmos a esses dois documentos, é importante compreender seus contextos e diferenças.

Os PCNs, incluindo o de Ciências Naturais e a BNCC, são documentos educacionais distintos do sistema educacional brasileiro, cada um com seus objetivos e abordagens.

Dentre algumas diferenças, destacamos que os PCNs foram diretrizes elaboradas pelo governo federal com orientações e recomendações de caráter não

obrigatório, que buscavam subsidiar e orientar professores e gestores em seus trabalhos em sala de aula, valorizando as peculiaridades culturais e regionais (Emygdio, 2018).

Já a BNCC é um documento de caráter normativo (obrigatório) que define o conjunto orgânico e progressivo de conhecimentos, competências e habilidades essenciais que todos os estudantes brasileiros devem desenvolver ao longo de sua formação na Educação Básica, desde a Educação Infantil até o Ensino Médio (Brasil, 2018).

Com relação aos conteúdos, a BNCC do ensino fundamental os organiza de acordo com o ano escolar, ou seja, há uma enumeração de assuntos a serem vistos e compreendidos pelos alunos em cada ano da vida escolar. Em contrapartida, o PCN é mantido em ciclos, em que cada ciclo corresponde a dois anos escolares na BNCC. Portanto, o 3º ciclo do PCN equivale ao 6º e 7º ano da BNCC, enquanto o 4º ciclo corresponde ao 8º e 9º ano (Pereira; Pereira, 2018).

Nos PCNs, os conteúdos de Ciências estavam distribuídos em quatro blocos ou eixos temáticos: Terra e Universo, Vida e Ambiente, Ser Humano e Saúde e Tecnologia e Sociedade (Brasil, 1998a), e basicamente, cada ano escolar correspondia a um bloco (Verderio, 2020), sendo que, normalmente, a Física, a Química e a Biologia eram concentradas no último ano (8ª série, atual 9º ano).

Na BNCC, a reorganização dos conteúdos curriculares ocorre em três unidades temáticas: Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo, sendo elas obrigatórias em todos os anos do Ensino Fundamental I e II, com aumento gradativo no grau de complexidade (Brasil, 2018; Verderio, 2020).

Outra diferença está na perspectiva educacional, visto que o PCN dava maior ênfase ao desenvolvimento de competências que permitem ao aluno compreender o mundo e atuar como cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica (Brasil, 1998b). Já a BNCC é fundamentada no letramento científico dos estudantes, pois envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo nas dimensões natural, social e tecnológica, mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências (Brasil, 2018). Podemos perceber que a BNCC busca aprofundar muito mais a relação do aluno com o mundo e sua

capacidade de tornar-se um agente transformador, pois evidencia ao longo do processo formativo a relação da ciência com as situações cotidianas do estudante. Traremos agora um aprofundamento desses documentos.

## **Os PCNs**

Desde a publicação da Lei nº 9.394/96, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), a política educacional brasileira passa por frequentes modificações que buscam a melhoria e excelência da qualidade do ensino no nosso país (Vieira; Nicolodj; Darroz, 2021). Essas melhorias estão intimamente ligadas ao currículo escolar, que se encontra imerso em relações sociais com a função de aprimorar a qualidade da educação do país e construir um conhecimento que faça sentido para a vida do estudante (Pereira; Pereira, 2018).

Consta no PCN (1997) que, até a promulgação da LDB 4.024/61, as aulas de Ciências Naturais eram ministradas apenas nas duas últimas séries do antigo curso ginásial. A LDB estendeu a obrigatoriedade do ensino da disciplina a todas as séries ginásiais, porém, apenas a partir de 1971, com a Lei n. 5.692, Ciências Naturais passou a ter caráter obrigatório nas oito séries do primeiro grau. Nesse período, o ensino era puramente tradicional, cabendo ao professor a transmissão do conhecimento acumulado pela humanidade por meio de aulas expositivas, sendo a qualidade do curso definida pela quantidade de conteúdos trabalhados (Brasil, 1997).

Influenciados pelo movimento Escola Nova, os currículos escolares passaram a sofrer modificações para responder ao avanço do conhecimento científico e às tendências que valorizavam a participação do aluno no processo de aprendizagem (Brasil, 1998a). É nesse período também, ainda de acordo com o documento, que as aulas práticas são colocadas como “a grande solução para o ensino de Ciências, as grandes facilitadoras do processo de transmissão do saber científico” (Brasil, 1997, p. 19). Mais tarde, essa metodologia engessada, construída a partir de sequências rígidas, na qual o aluno seria capaz de tirar conclusões sozinho, mostrou-se ineficaz e “a experimentação, sem uma atitude investigativa mais ampla”, não garantiu a aprendizagem dos conhecimentos científicos. (Brasil, 1997, p. 20). Ainda de acordo com o documento:

ao longo das várias mudanças, as críticas ao ensino de ciências voltavam-se basicamente à atualização dos conteúdos, aos problemas de inadequação

das formas utilizadas para a transmissão do conhecimento e à formulação da estrutura da área (Brasil, 1997, p. 21).

Nos anos 80, a influência do construtivismo demonstra a existência de conceitos intuitivos, espontâneos, alternativos ou concepções acerca dos fenômenos naturais. Surgem, a partir daí, dois pressupostos básicos: a aprendizagem provém do envolvimento ativo do aluno com a construção do conhecimento e as ideias prévias dos alunos têm papel fundamental no processo de aprendizagem, que só é possível embasada naquilo que ele já sabe. Apesar de assumir que esse modelo de ensino necessitaria de revisões e pesquisas mais profundas, os PCNs os consideram em sua elaboração (Brasil, 1997).

Dessa forma, uma maior atenção passa a ser dada a aspectos como percepções sensoriais dos estudantes, contextualização histórica e social dos conteúdos com uma aproximação dos saberes ao cotidiano dos alunos, bem como a valorização de situações que permitam a experimentação, a construção de explicações, o relato e o compartilhamento de fatos e conceitos, a valorização de atitudes e comportamentos face aos seres vivos e ao ambiente, além de inovações com temas transversais, que provocaram grande impacto no ensino de Ciências (Emygdio, 2018).

O documento discorre ainda sobre oferecer aos educadores elementos que lhes permitam compreender as dimensões do fazer científico, sua relação de mão dupla com o tecnológico e o caráter não-neutro desses fazeres humanos, com diversas pequenas passagens históricas que nos levam a compreender que o percurso das Ciências teve e dependeu de rupturas que davam luz a novas teorias quando as antigas eram questionadas.

Além disso, no documento introdutório (Brasil, 1998b), os PCNs indicam que os conteúdos devem integrar conhecimentos de diferentes disciplinas, servindo como instrumento de compreensão e intervenção na realidade em que vivem os alunos. Foram priorizados no documento aqueles com relevância social e potencialmente significativos para o desenvolvimento de capacidades.

No que se refere especificamente ao conteúdo de Ciências, um trecho do documento que evidencia esse rompimento com a metodologia tradicional e uma busca por novas formas de ensino, em nosso entendimento, é o que destaca que:

é responsabilidade da escola e do professor promoverem o questionamento, o debate, a investigação, visando o entendimento da ciência como construção histórica e como saber prático, superando as limitações do ensino passivo, fundado na memorização de definições e de classificações sem qualquer sentido para o aluno (Brasil, 1998b, p. 62).

A inserção das TICs também é evidenciada, aqui denominadas de “meios eletrônicos de comunicação e informação” (Brasil, 1998B, p. 142), que incluiria a televisão, o videocassete, as filmadoras e câmeras fotográficas, o rádio, o gravador, a calculadora e finalmente, o computador. Em outro trecho, o documento afirma que:

é indiscutível a necessidade crescente do uso de computadores pelos alunos como instrumento de aprendizagem escolar, para que possam estar atualizados em relação às novas tecnologias da informação e se instrumentalizarem para as demandas sociais presentes e futuras (Brasil, 1998b, p. 96).

Ainda nesse trecho, ele reconhece que a menção ao uso de computadores parece descabida, uma vez que muitas escolas não dispõem de giz para trabalhar, mas que seria uma preocupação que exigia posicionamento e investimento em alternativas criativas para o cumprimento das metas. O mais triste é pensar que, 25 anos depois, isso ainda seja um tema em discussão em muitas escolas.

Sobre o uso de computadores, algumas utilidades são elencadas pelo documento, como a construção de objetos virtuais, a modelagem de fenômenos, a simulação de experiências químicas e físicas, e a realização de cálculos e edição de textos. Dessa forma, o uso de simuladores já era preconizado pelo PCN, como possibilidade de criar ambientes de aprendizagem que fazem surgir novas formas de pensar e aprender (Brasil, 1998b).

O documento também sugere o uso de MA com tomada de decisão e protagonismo do aluno quando observa o que deve ser considerado na hora de propor aprendizagem utilizando os computadores. Entre as observações, podemos destacar a socialização das produções dos alunos; o fato de permitir que cada aluno, ou grupo, conduza o processo de aprendizagem, uma vez que o aluno, ou grupo, pode tomar decisões em função das respostas que o computador dá para suas ações; o papel do professor como orientador e articulador, podendo atuar dando sugestões, resolvendo dúvidas e propondo novos problemas; o uso de jogos e a possibilidade dos alunos atuarem como multiplicadores ou facilitadores para seus colegas, uma vez que eles possuem grande facilidade para aprender e utilizar os recursos tecnológicos (Brasil, 1998b).

Por fim, essa edição do PCN orienta que o uso de TIC deve ser complementado e integrado a outras propostas de ensino, devendo levar em consideração a experiência prévia dos alunos em relação ao recurso tecnológico que será utilizado e ao conteúdo em questão, dentro de um ambiente adequado e com uma proposta planejada.

O PCN do terceiro e quarto ciclo do ensino fundamental de Ciências Naturais aborda sobre o conteúdo de máquinas simples no terceiro ciclo, no eixo de Tecnologia e Sociedade:

Os estudantes podem reconhecer as tecnologias que existiam antes do advento da eletricidade e que ainda estão presentes no cotidiano, como os equipamentos que utilizam os princípios das máquinas simples, os equipamentos de caça e pesca (redes, lanças), os equipamentos culinários (panelas, fogões) e aqueles que usam energia do movimento do ar, da água e dos animais (moinho, monjolo, arado e barco a vela), entre outros (Brasil, 1998a, p. 79).

O documento propõe que os estudantes investiguem a utilidade e o funcionamento de equipamentos, comparando-os com versões mais avançadas em termos de qualidade, custo econômico, impacto ambiental, saúde humana e materiais utilizados.

O reconhecimento das tecnologias antigas e suas influências na vida das comunidades humanas é destacado no texto. O documento sugere a investigação de marcos tecnológicos, como o uso do fogo, a roda, a bússola e a luneta, que tiveram impacto no desenvolvimento social e na compreensão do mundo. Além disso, menciona a importância de explorar tecnologias cotidianas e artesanais, como as utilizadas na produção de alimentos. Uma perspectiva que enfoca a tecnologia como parte das culturas tradicionais, promovendo a Pluralidade Cultural. As abordagens de aprendizado incluem a observação de máquinas em funcionamento, o desmonte para analisar componentes e entrevistas com especialistas.

## **A BNCC**

A Base Nacional Comum Curricular foi homologada, em 2018, depois de um longo processo de construção, envolvendo várias versões e a intervenção de diferentes organizações, incluindo interferências do empresariado em sua construção (Vieira; Nicolodi; Darroz, 2021). Apesar disso, respeitou-se as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) da educação básica, que foi inspirada nos PCNs, descritos no Plano

Nacional de Educação (PNE) de 2014-2024, previsto na LDB desde 1996, que por sua vez foi criada para atender à Declaração Mundial de Educação para Todos, de 1990, sendo a BNCC, portanto, uma das consequências do desdobramento da Declaração dos Direitos Humanos de 1948 (Soster, 2018).

Ela trouxe uma transformação para o ensino de Ciências ao adotar uma abordagem espiral, na qual os mesmos eixos se repetem do 1º ao 9º ano, com uma progressão no aprendizado. Isso promove uma construção gradativa, de maneira contextualizada e diversificada de conceitos, desde os primeiros anos do ensino fundamental, articulando o conhecimento científico à vida cotidiana, possibilitando um aumento do grau de complexidade ano a ano, respeitando o desenvolvimento cognitivo do aluno (Brasil, 2019). Ainda de acordo com o documento:

a BNCC objetiva favorecer, por meio da mobilização de um conjunto de habilidades, o desenvolvimento das competências consideradas essenciais na área de Ciências da Natureza não só para que os (as) estudantes tenham um novo olhar sobre o mundo que os cerca, como também oferecendo ferramentas para que, conscientes de seus direitos e deveres, sejam capazes de atuar plenamente e com responsabilidade na sociedade, fazendo escolhas e intervenções conscientes como cidadãos(ãs) que colaboram, participam e interagem na construção de um mundo com mais equidade e harmonia (Brasil, 2019, p. 13).

Ao longo da Educação Básica, as aprendizagens essenciais definidas na BNCC devem concorrer para assegurar aos estudantes o desenvolvimento de dez competências gerais que consolidam os direitos de aprendizagem e desenvolvimento.

Nesse sentido, devemos compreender **competências** como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (Brasil, 2018). No que se refere ao uso de TIC, aliada à sua competência geral de número cinco, temos a inserção da cultura digital, com a utilização e criação de tecnologias digitais de forma crítica, significativa e ética (Mason *et al.*, 2021).

A BNCC enfatiza o uso das TICs como fontes estimuladoras para o processo de aprendizagem, bem como da MA, incentivando o protagonismo do aluno. Segundo abordado no texto:

as experiências das crianças em seu contexto familiar, social e cultural, suas memórias, seu pertencimento a um grupo e sua interação com as mais

diversas tecnologias de informação e comunicação são fontes que estimulam sua curiosidade e a formulação de perguntas. O estímulo ao pensamento criativo, lógico e crítico, por meio da construção e do fortalecimento da capacidade de fazer perguntas e de avaliar respostas, de argumentar, de interagir com diversas produções culturais, de fazer uso de tecnologias de informação e comunicação, possibilita aos alunos ampliar sua compreensão de si mesmos, do mundo natural e social, das relações dos seres humanos entre si e com a natureza (Brasil, 2018, p. 58).

O documento também registra o fato de que vivemos em um mundo no qual as tecnologias fazem cada vez mais parte do nosso cotidiano, inclusive no contexto escolar:

Há que se considerar, ainda, que a cultura digital tem promovido mudanças sociais significativas nas sociedades contemporâneas. Em decorrência do avanço e da multiplicação das tecnologias de informação e comunicação e do crescente acesso a elas pela maior disponibilidade de computadores, telefones celulares, tablets e afins, os estudantes estão dinamicamente inseridos nessa cultura, não somente como consumidores. Os jovens têm se engajado cada vez mais como protagonistas da cultura digital, envolvendo-se diretamente em novas formas de interação multimidiática e multimodal e de atuação social em rede, que se realizam de modo cada vez mais ágil (Brasil, 2018, p. 61).

No trecho que o documento descreve as competências específicas da área de Ciências da Natureza, o sexto tópico visa justamente ressaltar que o aluno utilize das TICs para se comunicar, acessar informação e construir conhecimentos de forma crítica, significativa, reflexiva e ética (Brasil, 2018, p. 324).

É possível perceber, portanto, a preocupação em inserir os estudantes no universo das TICs, visto que se trata de um fenômeno crescente e cada vez mais necessário. A BNCC apresenta ainda importantes observações no que diz respeito ao uso de tecnologias quando se refere à progressão que ocorre entre as aprendizagens essenciais na passagem do ensino fundamental para o ensino médio. O documento mostra que vivemos em um momento marcado pelo uso de tecnologias e que elas estão cada vez mais presentes em nosso cotidiano, nas nossas relações sociais, nos mais diversos ambientes, e grande parte das informações produzidas pelo ser humano está armazenada de forma digital (Brasil, 2018).

A BNCC também aborda, de forma tematizada, as diferentes dimensões que caracterizam a computação e as tecnologias digitais, tanto no que concerne aos conhecimentos e habilidades, quanto às atitudes e valores, separando os temas em pensamento computacional, mundo digital e cultura digital (Brasil, 2018). Essa

abordagem está presente na educação, tanto no âmbito da educação infantil como no ensino fundamental, respeitando as características de cada uma dessas etapas

Considerando que o uso cada vez mais premente das TICs no contexto escolar, permeando o processo de ensino e aprendizagem, foi um fato exponencialmente evidenciado com a pandemia da Covid 19, fica evidente que a escola precisa se organizar no sentido de elaborar práticas pedagógicas que estejam próximas à realidade social dos estudantes, com uma linguagem que eles entendam e se interessem, visando estimular sua atenção para a aprendizagem dos saberes escolares. Mas não basta somente trazer as TICs para a escola, para as atividades pedagógicas, sem um propósito bem delineado sobre o que se pretende com seu uso. É importante que o professor e o conjunto da escola tenham uma visão crítica sobre como utilizar as tecnologias, qual seu objetivo, em qual momento, em quais assuntos.

Para muito além da pandemia, ainda na década de 90, Jacques Delors (Delors, 1998), no documento identificado como Relatório para a UNESCO, apresentava os conceitos de fundamento para a educação desse século e os desafios de educar em tempos em que as necessidades vão além de escrever, ler e contar. Ele apresenta os quatro pilares da educação – aprender a aprender, aprender a fazer, aprender a viver junto e aprender a ser – e com isso é possível perceber que o professor não pode se limitar aos seus conteúdos específicos, necessitando organizar-se, aprender e ensinar novos conteúdos e utilizar novas metodologias.

Nesse contexto, as MA entram na proposta de colocar o estudante como protagonista do saber, sendo o professor um mediador e orientador desse processo, que desafia o aluno, proporcionando situações-problemas que envolvam o aluno a querer – em uma proposta ativa – saber mais.

Sobre o objeto de máquinas simples, a BNCC aborda esse conteúdo dentro da Unidade Temática de Matéria e Energia para o 7º ano, e o aluno, ao fim do processo de ensino e aprendizagem, deverá possuir a habilidade de “discutir a aplicação, ao longo da história, das máquinas simples e propor soluções e invenções para a realização de tarefas mecânicas cotidianas” (EF07CI01) (Brasil, 2018, p. 346). Dentro das competências gerais (Brasil, 2018, p. 9) e específicas (Brasil, 2018, p. 324) da

BNCC, podemos direcionar algumas das que mais se aproximam do objeto de conhecimento, as quais são organizadas no Quadro 1.

**Quadro 1:** Competências gerais e específicas da BNCC que podem ser associadas ao objeto de Máquinas Simples.

<b>Competências</b>	
<b>Gerais</b>	<b>1.</b> Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
	<b>2.</b> 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.
	<b>10.</b> Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.
<b>Específicas</b>	<b>1.</b> Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.
	<b>3.</b> Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das Ciências da Natureza.
	<b>4.</b> Avaliar aplicações e implicações políticas, socioambientais e culturais da ciência e de suas tecnologias para propor alternativas aos desafios do mundo contemporâneo, incluindo aqueles relativos ao mundo do trabalho.

**Fonte:** Elaborado pela autora (2023).

Não podemos negar que, comparada aos PCNs, a BNCC traz um aporte muito maior e mais organizado para o trabalho com este OC. Entretanto, é importante que ocorra um planejamento minucioso por parte do professor para que o objeto de Máquinas Simples seja plenamente trabalhado, objetivando extrair dele toda sua potencialidade. Nesse sentido, o próximo tópico abordará uma estratégia que utilizamos para buscar as melhores abordagens, visando auxiliar nossos alunos a alcançar as habilidades e competências preconizadas na BNCC.

### **O uso do livro didático**

Considerando que, para mim, enquanto professora, o conteúdo de máquinas simples sempre foi visto como um campo fértil de muitas possibilidades, porém pouco explorado durante as aulas de ciências, foi necessário para o desenvolvimento deste trabalho realizar um profundo estudo sobre o tema, que discuto na seção seguinte. É válido destacar que para essa construção realizamos um compilado de nove livros analisados das obras aprovadas no Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) 2020. Para este ano, um total de doze obras foram disponibilizadas para escolha e uso dos professores, mas na ocasião desta pesquisa, apenas nove ainda estavam disponíveis nos sites das editoras. Vale lembrar que em 2023 se encerra o ciclo e esses e outros livros entram em nova análise dos princípios e critérios exigidos. Segundo o Guia de livros didáticos:

a avaliação das obras didáticas submetidas à inscrição no PNLD busca garantir a qualidade do material a ser encaminhado à escola, incentivando a produção de materiais cada vez mais adequados às necessidades da educação pública brasileira, em conformidade com os objetivos da legislação da Educação Básica (Brasil, 2019, p. 10).

Salientamos que nosso intuito aqui não é de apontar qualidades ou defeitos das obras, e sim, partindo de uma análise dos objetos de conhecimentos que são abordados neste trabalho, elaborar uma sequência didática que forneça ao professor melhores e mais completas abordagens, de maneira clara, de fácil aplicação, possível para qualquer realidade (escolas públicas ou privadas), que priorize o máximo de instrumentos aplicáveis aos professores e, também, meios para que o aluno possa, de forma ativa, construir seu conhecimento acerca do assunto.

Nossa preocupação em priorizar o uso dos livros do PNLD se justifica no uso de uma linguagem mais acessível, tanto para o aluno do 7º ano, como para o professor de Ciências, que nem sempre tem domínio, afinidade ou facilidade com a Física. Entretanto, toda a construção escrita deste trabalho foi alicerçada em uma revisão conjunta das obras do PNLD com o livro Fundamentos de Física (Halliday; Resnick; Walker, 2016), dissertações de mestrado (Pich, 2020; Duarte, 2021), e do livro “*Arquimedes, o centro de gravidade e a lei da alavanca*” (Assis, 2008). Abaixo, o Quadro 2 detalha quais livros do PNLD foram consultados, indicando seus autores e editoras:

**Quadro 2:** Livros analisados do PNLD 2020.

**Obras do PNLD analisadas**

Título	Autor (es)	Editora
Araribá Mais – Ciências	Obra coletiva	Moderna
Ciências Naturais - Aprendendo com o Cotidiano	Eduardo Leite Do Canto Laura Celloto Canto	Moderna
Ciências Vida & Universo	Leandro Pereira De Godoy	FTD
Companhia das Ciências	João Usberco José Manoel Martins Eduardo Schechtmann Luiz Carlos Ferrer Herick Martin Velloso	Saraiva
Geração Alpha Ciências	André Catani Gustavo Isaac Killner João Batista Aguilar	SM
Inovar Ciências da Natureza	Sônia Lopes Jorge Audino	Saraiva
Inspire Ciências	Roberta Aparecida Bueno Hiranaka Thiago Macedo de Abreu Hortencio	FTD
Observatório de Ciências	Obra coletiva	Moderna
Teláris Ciências	Fernando Gewandsznajder Helena Pacca	Ática

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

É importante destacar que para o professor trabalhar as Máquinas Simples se faz necessário ensinar aos seus estudantes outros conceitos que são básicos, pré-requisitos para que eles compreendam a fenomenologia e o funcionamento das máquinas, os quais serão discorridos a seguir.

## 2.5 Máquinas simples

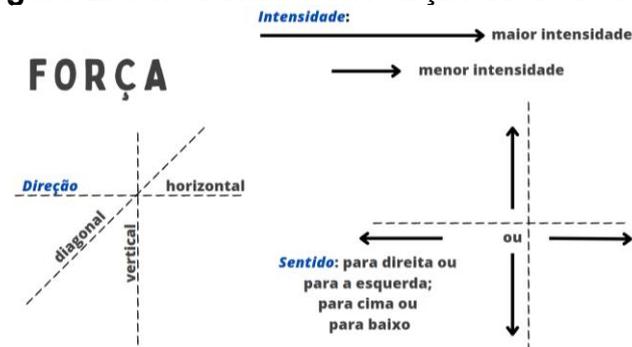
### 2.5.1 Conceito de Força

Força (representada pelo símbolo  $\vec{F}$ ) é uma grandeza resultante da interação entre corpos, sendo facilmente percebida quando ela produz ou altera o movimento de um corpo e/ou quando causa a deformação nele, como por exemplo, ao empurrar uma mesa ou apertar uma bola.

Para que a força atue, ela precisa transferir energia de um corpo para o outro ou provocar a transformação de energia de uma modalidade para outra, sendo seus efeitos determinados por suas características: a **intensidade** (módulo) e a **orientação**

(direção – horizontal, vertical e diagonal – sentido – direita, esquerda, para cima, para baixo) (Figura 2).

**Figura 2:** Intensidade e orientação de uma força.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

As informações sobre intensidade, direção e sentido são fundamentais para compreender como a força irá agir sobre um corpo. As grandezas que levam em conta essas informações são chamadas grandezas vetoriais, sendo a força representada por um vetor.

### Os tipos de forças:

#### Forças de contato e exemplos

As forças de contato são forças que surgem devido ao contato direto entre dois corpos. Elas agem apenas enquanto os corpos estão em contato e deixam de existir quando o contato é interrompido. As forças de contato podem ser de natureza diferente, como forças de atrito, forças normais, forças de tração, forças de compressão, entre outras.

**Força de atrito:** força que surge entre duas superfícies em contato e que se opõem ao movimento relativo entre elas. Por exemplo, a força de atrito entre os pneus de um carro e a estrada impede o carro de deslizar quando se freia bruscamente.

**Força normal:** é a força entre duas superfícies de contato. Quando aplicamos uma força a uma superfície, esta exercerá sobre nós uma força de reação, na mesma direção, no entanto, com sentido oposto. Por exemplo, o peso de um objeto exerce uma força sobre a superfície de uma mesa, e a normal age de forma contrária, mantendo o objeto em repouso. Outro exemplo seria quando empurramos uma parede, ela exercerá sobre nós uma força normal que é perpendicular à sua superfície.

**Força de tração:** força que surge quando um objeto é puxado por uma força externa. Por exemplo, a força de tração que uma pessoa exerce sobre uma corda para puxar um objeto.

**Força de compressão:** força que surge quando um objeto é comprimido ou pressionado por uma força externa. Por exemplo, a compressão de uma mola.

### **Forças de campo e exemplos**

As forças de campo são forças que não dependem do contato direto entre dois corpos, mas sim da presença de um campo físico que é capaz de atuar sobre um corpo a uma certa distância. Essas forças agem mesmo quando os corpos estão separados e não há contato físico entre eles.

Alguns exemplos de forças de campo são a força gravitacional, a força elétrica, a força magnética e a força nuclear. Trataremos aqui da força gravitacional:

**Força gravitacional e força peso:** força gravitacional é a força que age entre dois corpos devido à sua massa e à distância entre eles. É um tipo especial de atração que um segundo corpo exerce pelo primeiro. Por exemplo, a força gravitacional que a Terra exerce sobre um objeto faz com que ele caia em direção ao solo.

A força peso é a força de atração que um corpo exerce sobre outro que se encontre em sua superfície por meio do campo gravitacional.

O campo gravitacional da Terra exerce uma força atrativa de 9,8 N sobre cada 1 kg de massa. Dessa forma, podemos afirmar que o campo gravitacional da Terra na sua superfície é de cerca de 9,8 N/kg (9,8 newtons por quilograma).

O conceito de massa é relativo à quantidade de matéria de que um corpo é constituído. Tipicamente, mede-se em quilogramas (kg). Já a força, assim como o peso ou a força que se aplica a um objeto, é tipicamente medida em newtons (N). Assim, o peso do corpo é uma força que pode ser escrita pela equação:

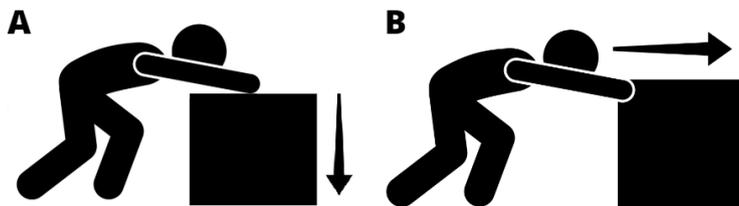
$$\vec{P} = m \cdot \vec{g} \quad (1)$$

É importante observar que o peso de um corpo não é equivalente à sua massa. Se um corpo for levado para um local que possua diferente valor de gravidade, sua massa permanecerá a mesma, entretanto, seu peso mudará.

### Trabalho de uma força

Trabalho é a energia transferida quando uma força atua em um objeto e causa um movimento. Se uma pessoa aplica uma força para baixo em um objeto e não há deslocamento, não há trabalho sendo realizado (Figura 3 A), já que não há deslocamento. Entretanto, se a pessoa aplica uma força para a direita e o objeto se move na mesma direção, o trabalho está sendo realizado (Figura 3 B).

**Figura 3:** Exemplificação de trabalho.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

O trabalho (letra grega tau=  $\tau$  ou  $W$ ) pode ser calculado multiplicando-se a intensidade da força aplicada, que está na direção do movimento ( $F$ ), pelo deslocamento que o corpo apresenta ( $\Delta s$ ). Assim, o trabalho pode ser calculado por meio da expressão matemática (trabalho = força x deslocamento):

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} \quad (2)$$

onde  $\vec{F}$  é a força aplicada sobre um objeto, que pode fazer com que o objeto se mova, e  $\vec{d}$  é a distância ao longo da qual o objeto se move em resposta à força aplicada. Em sua forma escalar, a equação acima fica:

$$W = Fd \cos(\theta) \quad (3)$$

A unidade de medida do trabalho no SI é o joule (J), que equivale a N (Newton). m (metro).

Pich (2020) observa que cada tarefa a ser executada exige uma determinada quantidade de trabalho. Se analisarmos a equação acima, vemos que um mesmo trabalho pode ser executado para:

- i) Aumentar a força aplicada e diminuir a distância que o objeto será movido,
- ou
- ii) Diminuir a força aplicada e aumentar a distância que o objeto será movido.

### **2.5.2 As máquinas simples**

Frente à modernidade e à alta tecnologia dos tempos atuais, frequentemente ignoramos a relevância significativa das máquinas simples e seu impacto no mundo contemporâneo. Para explorar essa importância, vamos começar destacando algumas construções que foram viabilizadas por meio desses instrumentos fundamentais.

No começo da humanidade, muitas atividades diárias eram penosas e limitadas à capacidade da força física de cada indivíduo. Tarefas como percorrer longas distâncias, transportar pesos, como alimentos ou materiais para construir uma casa, exigiam grande esforço físico. Com o passar do tempo, o conhecimento adquirido e passado de geração em geração era aprimorado, permitindo a aquisição de habilidades que viabilizaram a construção e o manuseio de instrumentos que possibilitavam a realização de trabalho com menos esforço físico, dando origem às primeiras máquinas simples construídas a partir de pedras, madeiras e ossos.

O filósofo grego Arquimedes, nascido em 287 a.C. em Siracusa, Itália, fez grandes contribuições com seus estudos, principalmente os da matemática, desenvolvendo diversos inventos e compreensão de algumas leis da natureza. Entre suas contribuições, a explicação sobre o funcionamento básico das alavancas para amplificar uma força. Seu mecanismo consiste no uso de uma barra rígida com um ponto de apoio que sirva para multiplicar a força exercida sobre um objeto. De maneira simplificada, ele concluiu que uma força potente afastada do ponto de apoio pode equilibrar uma força resistente de intensidade muito maior. De acordo com a história, Arquimedes havia escrito ao rei Hierão, seu amigo próximo, que dada uma força,

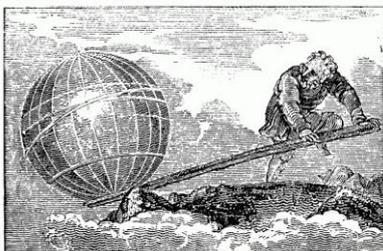
qualquer peso podia ser movido. Nesse momento, ele aproveitou para vangloriar-se de seus conhecimentos, dizendo que “se houvesse uma outra Terra, indo para ela ele poderia mover a nossa Terra” (Assis, 2008, p. 17). Por isso, é atribuída a ele a frase “Dê-me um ponto de apoio e eu moverei a Terra” (Figura 4).

A pedido do rei que queria ver a demonstração em uma experiência real, Arquimedes pegou um dos navios de carga da frota do rei, que não poderia ser retirado das docas, a menos que houvesse grande esforço e emprego de muitos homens e carregou o navio com muitos passageiros e com carga total. De acordo com Assis (2008, p. 17):

sentando-se distante do navio, sem fazer esforço, mas apenas segurando uma polia em suas mãos e movendo as cordas lentamente, moveu o navio em linha reta, de maneira tão suave e uniforme como se o navio estivesse no mar.

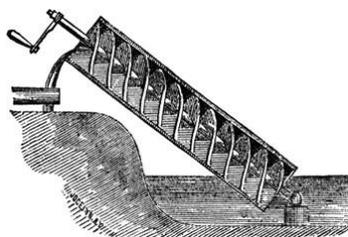
Outra contribuição foi o parafuso de Arquimedes (Figura 5), um dispositivo utilizado para transportar água e outros materiais de um plano para o outro, por meio de um parafuso do tipo “rosca sem fim” que gira dentro de um tubo. À medida que o parafuso gira, transporta porções de material, sendo utilizado ainda nos dias atuais em transporte de líquidos como em estação de tratamento de água e esgoto, drenagem de áreas alagadas, e sólidos como grãos e minérios. Esses dispositivos são utilizados até os dias atuais, por exemplo, na geração de energia (Figura 6) e na área agrícola.

**Figura 4:** Alavanca de Arquimedes



**Fonte:** Eric Kim Photography (2017).

**Figura 5:** Parafuso de Arquimedes



**Fonte:** Projecto bame (2013).

**Figura 6:** Parafuso de Arquimedes utilizado para geração de energia



**Fonte:** Interagua (2012).

Arquimedes realizou importantes feitos que o consolidou como um dos maiores cientistas de todos os tempos e o maior matemático da antiguidade, sendo comparável nos tempos modernos apenas a Isaac Newton (Assis, 2008).

Porém, muito antes de Arquimedes, as máquinas simples já eram utilizadas pela humanidade. Um bom exemplo do seu uso está na construção das pirâmides de Gizé (Figura 7), no Egito. Edificadas cerca de 2550 a.C. para servir de túmulos aos faraós, eram erguidas com milhões de rochas com cerca de 25 toneladas cada uma. Entre muitas hipóteses de sua construção está o uso de rochas sobre troncos que podiam rolar em rampas, facilitando a condução do material ao local desejado. Para a fragmentação das rochas, usavam cunhas que eram colocadas em rachaduras e posteriormente molhadas. Quando a madeira molhada se expandia, a rocha se fragmentava. Mesmo com o uso de máquinas simples, estima-se que cerca de 100 mil pessoas trabalharam para construir a maior pirâmide, que durou cerca de 20 anos para ser concluída. O conjunto dessas pirâmides é considerado, atualmente, uma das sete maravilhas do mundo antigo<sup>2</sup> e única sobrevivente ao tempo.

**Figura 7:** Pirâmides de Gizé



**Fonte:** Aventuras na história (2019).

Outro monumento, cuja história está atrelada ao uso de máquinas simples, é o Stonehenge, construído há aproximadamente 5 mil anos para a realização de

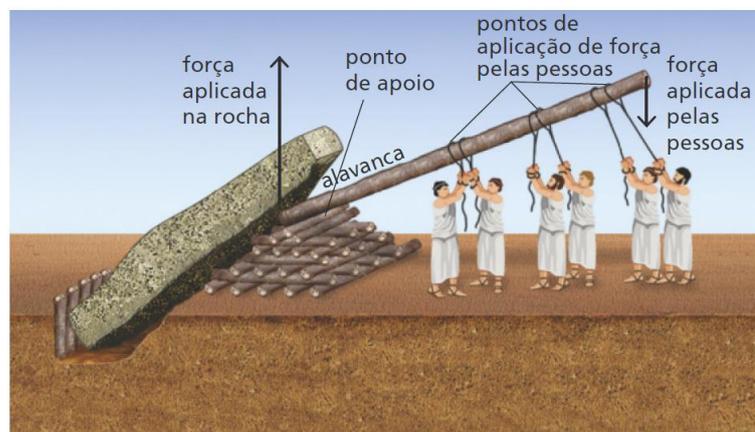
---

<sup>2</sup> Espaço de conhecimento UFMG – As 7 maravilhas do mundo antigo. Disponível em: <https://www.ufmg.br/espacodoconhecimento/as-7-maravilhas-do-mundo-antigo/> Acesso em 2/04/2023.

cerimônias religiosas e observações astronômicas, como a marcação do início do inverno e a periodicidade das fases da Lua.

Formado por um conjunto de rochas dispostas em formato circular, com algumas podendo pesar mais de 50 toneladas, as suposições apontam que para sua construção e organização, alavancas e rampas possam ter sido utilizadas por antigas civilizações para ampliar forças e reduzir esforços dos seres humanos (Figura 8).

**Figura 8:** Ilustração representando uma das prováveis formas como pessoas posicionaram verticalmente as rochas que formam o Stonehenge.



Fonte: Godoy (2018).

Existem outras construções notáveis em termos de dimensões e arquitetura que merecem destaque, tais como os templos Zigurate, criados pelos sumérios por volta de 2100 a.C., que também eram comuns entre os babilônios e assírios. Além disso, temos a Acrópole de Atenas, erguida por volta de 450 a.C., e a grande muralha da China, construída por volta de 220 a.C. (Fazio; Moffett; Wodehouse, 2011). Embora essas estruturas remontem a tempos muito anteriores às máquinas e à tecnologia atual da qual dispomos, elas impressionam pelo seu esplendor duradouro e sua capacidade de resistir ao tempo e aos conflitos armados.

A sobrevivência dos nossos ancestrais diante da realidade que viviam certamente foi condicionada a sua capacidade de observar, experimentar e criar objetos que facilitaram a execução de seus trabalhos e reduziram esses esforços. Nesse sentido, as máquinas simples foram fortes aliadas na execução das tarefas cotidianas.

As máquinas simples são dispositivos criados pelo ser humano que auxiliam na realização de tarefas mecânicas cotidianas, podendo aumentar a intensidade de uma força, aumentar a distância em que essa força age ou mudar sua direção. As máquinas simples, normalmente, facilitam a execução de apenas uma tarefa, já as máquinas complexas são formadas por duas ou mais máquinas simples, podendo ainda ser aliadas a algum dispositivo tecnológico e classificadas em seis diferentes tipos: alavanca, roda e eixo, polia (ou roldana), plano inclinado, cunha e parafuso.

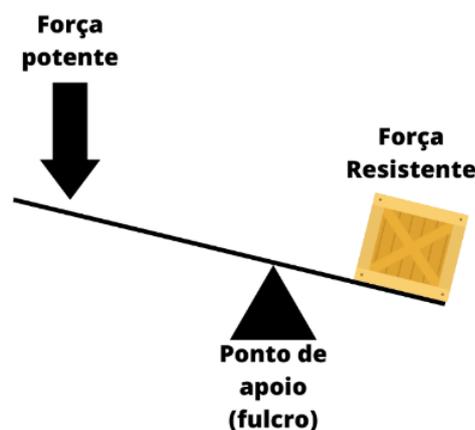
### As Alavancas

A alavanca é uma máquina simples muito versátil e presente em nosso cotidiano nos mais diversos objetos, como martelos, alicates, tesouras, pinças, pé de cabra, chaves de fenda, engrenagens, e até em nosso corpo, em algumas articulações. A definição mais tradicional de alavanca é a de uma barra feita de material resistente, como madeira ou metal, capaz de girar em torno de um ponto de apoio, produzindo equilíbrio entre forças nela aplicada.

Elas podem servir para cortar, romper e mover objetos muito pesados, por isso, acredita-se que as alavancas foram as primeiras ferramentas utilizadas pelo ser humano pré-histórico para mover grandes objetos sem precisar reunir muitas pessoas.

Os elementos de uma alavanca são definidos a partir dos pontos nos quais são aplicadas as forças e do seu ponto de apoio, como podemos ver no exemplo abaixo (Figura 9).

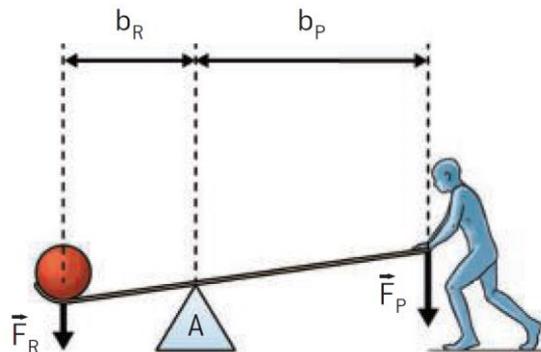
**Figura 9:** Representação esquemática de uma alavanca.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Na imagem a seguir, podemos observar com mais detalhes os elementos de uma alavanca (Figura 10):

**Figura 10:** Quando se aplica uma força potente em uma das extremidades de uma alavanca, o outro lado exercerá uma força resistente.



Fonte: Usberco et al. (2018, p. 206).

- A força aplicada é chamada de **força potente** ou **força motriz**, sendo representada por  $\vec{F}_P$ .
- A força que age sobre o corpo a ser movido pela barra é chamada de **força resistente**, representada por  $\vec{F}_R$ .
- O **apoio**, também chamado de **fulcro**, é representado por A ou  $\Delta$ .
- A distância entre o apoio e força potente é chamada de **braço de potência** ( $b_P$ ).
- A distância entre o apoio e força resistente é chamada de **braço de resistência** ( $b_R$ ).

Conforme as investigações de Arquimedes, foi possível estabelecer uma relação matemática entre as forças e seus respectivos braços, que permitem o equilíbrio da alavanca:

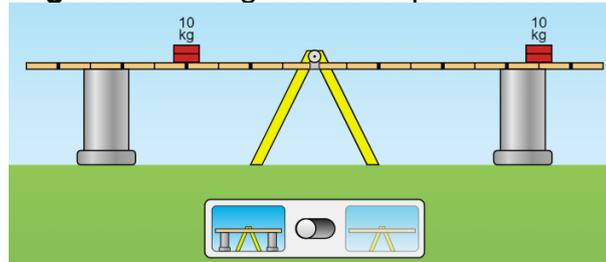
$$F_P \cdot d_P = F_R \cdot d_R \quad (4)$$

onde:

- $F_P$  representa a força potente;
- $F_R$  representa a força resistente;
- $d_P$  a distância entre o ponto de apoio e a força potente e
- $d_R$  a distância entre o ponto de apoio e a força resistente.

Duarte (2021) utiliza, em seu trabalho sobre alavancas, o simulador PhET para exemplificar a expressão acima. Tomaremos um exemplo semelhante (usaremos o termo “peso” em todos os exemplos, para facilitar a compreensão dos alunos, salientado que ele está associado à força gravitacional do local ao qual nos referimos):

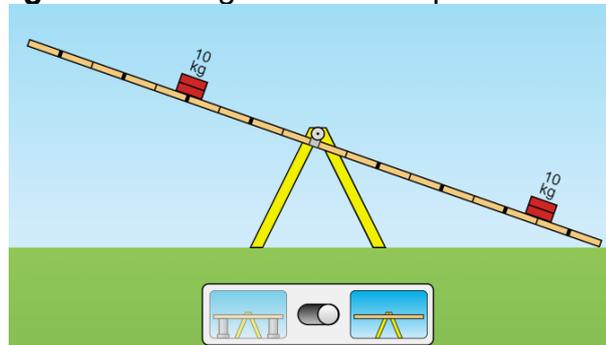
**Figura 11:** Gangorra com apoios laterais.



Fonte: Simulador PhET / Arquivo da Autora (2023).

A gangorra encontra-se inicialmente com dois pesos e dois apoios laterais que podem ser retirados (Figura 11). Como as distâncias entre os pesos e o ponto de apoio são distintas, ao retirar os apoios laterais, a gangorra penderá para o lado direito, como vemos na Figura 12:

**Figura 12:** Gangorra sem os apoios laterais.

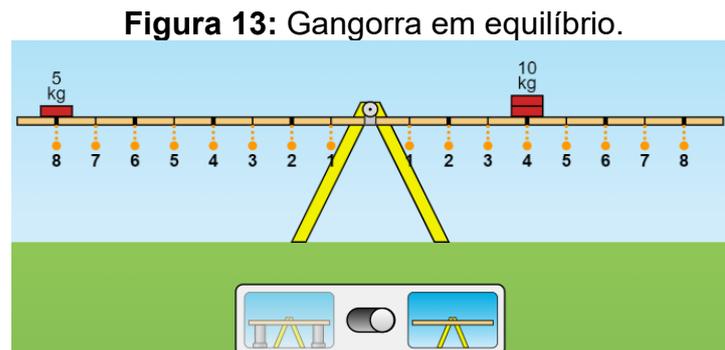


Fonte: Simulador PhET / Arquivo da Autora (2023).

Podemos, assim, verificar que a gangorra girou no sentido horário mesmo possuindo corpos de pesos iguais nos dois lados da gangorra, ficando evidente que o equilíbrio não é alcançado apenas com a igualdade de pesos em relação ao ponto de apoio. É necessário também considerar a distância desses pesos em relação ao ponto de apoio. Dessa forma, é possível inferir que uma alavanca possibilita o equilíbrio entre um peso grande e um peso pequeno, desde que o objeto de menos peso esteja posicionado a uma distância maior do ponto de apoio do que o objeto mais pesado. Assim, podemos afirmar que a alavanca é um mecanismo capaz de amplificar a

intensidade de uma força com o propósito de realizar um trabalho específico (Duarte, 2021).

No exemplo da Figura 13, é possível perceber que corpos de pesos diferentes podem equilibrar a balança se localizados em distâncias diferentes em relação ao ponto de apoio:



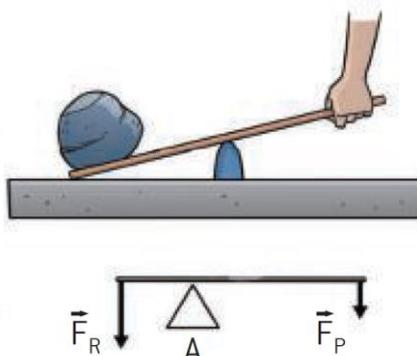
Fonte: Simulador PhET / Arquivo da Autora (2023).

De acordo com a posição da força potente  $\vec{F}_P$ , da força resistente  $\vec{F}_R$ , e do apoio de uma barra rígida, podemos ter três tipos de alavancas: as **interfixas**, as **inter-resistentes** e as **interpotentes**.

### Alavanca interfixa

Nas alavancas interfixas, o ponto de apoio fica entre os pontos de aplicação das forças resistente e potente, como vemos na gangorra (Figura 14).

**Figura 14: Alavanca interfixa.**



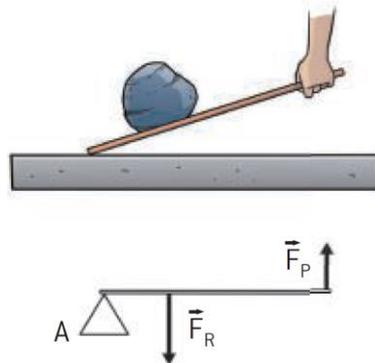
Fonte: Usberco *et al.* (2018, p. 206).

Outros exemplos de alavancas interfixas são a tesoura, o alicate, o pé de cabra, o martelo.

### Alavanca inter-resistente

Nas alavancas inter-resistentes, a força de resistência está situada ente o ponto de apoio e a força potente (Figura 15).

**Figura 15:** Alavanca inter-resistente.



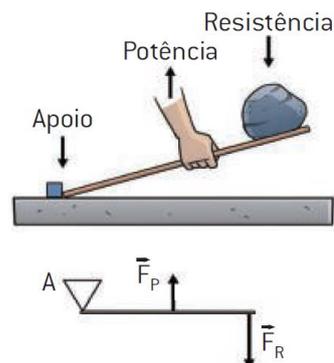
Fonte: Usberco *et al.* (2018, p. 206).

São exemplos de alavancas inter-resistentes: o carrinho de mão, o quebra-nozes, o abridor de latas e o abridor de garrafas.

### Alavanca interpotente

O terceiro tipo de alavanca é a interpotente, na qual a força potente fica entre a força resistente e o ponto de apoio (Figura 16).

**Figura 16:** Alavanca interpotente.



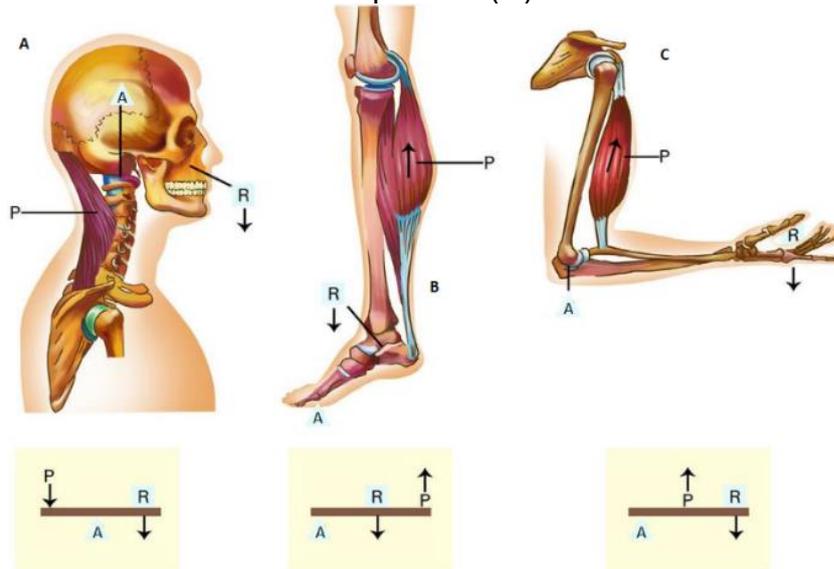
Fonte: Usberco *et al.* (2018, p. 207).

Temos como exemplos de alavanca interpotente: a pinça, a vassoura, a vara de pescar, a pá de obras, o pegador de gelo/salada e o acelerador do carro.

### Alavancas do nosso corpo

Em nosso corpo é possível identificar alguns exemplos de alavancas. Nelas, nossos ossos fazem o papel de barras rígidas, os músculos executam o papel de força potente e as articulações são o ponto de apoio (Figura 17).

**Figura 17:** A cabeça funciona como uma alavanca interfixa (A); o pé funciona como uma alavanca inter-resistente (B); e o antebraço funciona como uma alavanca interpotente (C).



Fonte: llovebiomec.blogspot (com adaptações).

## Roda e eixo

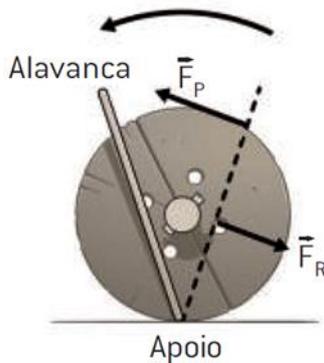
Não se sabe ao certo quando ela foi criada, mas sabemos que a roda é uma das maiores invenções da humanidade. Acredita-se que as primeiras rodas tenham sido desenvolvidas utilizando-se troncos de árvores, que eram colocados embaixo de objetos pesados, como blocos de pedras para facilitar o transporte. Ao longo do tempo, a roda sofreu muitas modificações, sendo, inclusive, introduzida como peça fundamental para o funcionamento de outras máquinas. Outras modificações incluem os raios, que as tornaram mais leves e fáceis de manobrar, garantindo maior velocidade aos veículos. Já o pneu de borracha, introduzido no século XIX, é utilizado até os dias atuais.

As rodas não tornam os objetos mais leves, mas diminuem o atrito desse corpo com a superfície que ele se encontra.

O atrito é uma força de contato que ocorre sempre que dois corpos estão em contato e existe movimento ou tendência de movimento entre eles. Dessa forma, as

rodas reduzem esse atrito, atuando como uma alavanca inter-resistente (Figura 18), na qual o ponto de contato da roda com a superfície é o ponto de apoio (A), o eixo da roda a  $\vec{F}_R$ , e a força aplicada extremidade a  $\vec{F}_P$  (Figura 19).

**Figura 18:** Uma roda ligada a um eixo pode ser entendida como uma justaposição de alavancas que transmitem ao eixo a força aplicada em sua borda, fazendo-o girar.



**Fonte:** Usberco *et al.* (2018, p. 210).

**Figura 19:** Objetos com rodas são mais fáceis de serem transportados.



Eixo da roda  $F_R$

Ponto de contato da  
roda com superfície:  
ponto de apoio (A)

**Fonte:** Usberco *et al.* (2018, p. 210, com adaptações).

Ao usar uma roda, o atrito entre a roda e o solo é reduzido em comparação com a uma superfície sólida, como uma caixa ou um bloco. No entanto, a roda ainda experimenta um certo nível de atrito com o eixo ou o eixo com a parte que está conectado. Porém, o atrito entre a roda e o solo ainda é significativo o suficiente para permitir que a roda adira à superfície e mova o objeto. Portanto, a roda reduz o atrito, mas não o elimina completamente.

Exemplos comuns do uso da roda e do eixo estão presentes em nosso cotidiano, como em carros, bicicletas, cadeiras de escritório, carrinhos de mão, carrinhos de compras, patins e maçanetas de portas.

### Polia (roldanas)

Polias, também conhecidas como roldanas, são máquinas simples compostas de um disco móvel em torno de um eixo perpendicular ao seu plano, com um sulco chamado gola ou garganta no seu contorno periférico, e cujo eixo se liga a uma peça chamada alça (Pich, 2020), por onde passa uma corda, fios, cabos de aço ou até mesmo correntes (Figura 20). Caso sejam dentadas são chamadas de engrenagens.

Quando essa corda é puxada, a polia gira em torno do seu eixo, podendo levantar ou baixar objetos. Existem dois tipos de polias: as fixas, presas a algum suporte ou superfície, e as móveis, presas ao objeto que será movimentado. Elas são utilizadas para mover verticalmente corpos pesados, como materiais de construção, e também são comuns em veleiros para controlar as velas. As polias são essenciais para facilitar o trabalho humano em muitas atividades.

**Figura 20:** Roldana fixa.

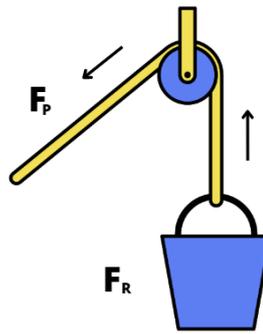


**Fonte:** Pich (2020).

### **Polia fixa**

A polia fixa (ou roldana fixa) permite a inversão de direção e sentido das forças transmitidas pela corda, mas não reduz o esforço necessário para levantar um objeto pesado, pois a força potente precisa ter intensidade igual ao peso da carga (Figura 21). No entanto, a polia fixa fornece vantagens, como permitir que a força seja exercida em direções e sentidos mais confortáveis para a pessoa. Ao longo do tempo, as polias foram amplamente empregadas na retirada de água de poços, mas foram gradualmente substituídas por bombas elétricas. Contudo, mesmo nos dias atuais, elas têm um papel significativo na construção civil ao viabilizar a remoção de objetos do solo e o transporte até telhados ou andares superiores, içar velas em barcos, bandeiras em mastros e são muito comuns nos aparelhos de ginástica das academias (Figura 22).

**Figura 21:** Polias fixas não reduzem o esforço, apenas mudam a direção e sentido.



**Fonte:** Elaborado pela autora (2023).

Em resumo, a roldana fixa pode apenas alterar a direção e o sentido da força, tornando o trabalho mais cômodo, mas não reduz o esforço necessário para seu movimento. Outra observação é que se o operador puxa a corda por uma distância  $x$ , o objeto também se desloca pela distância  $x$ . Além disso, para a simplificação da abordagem matemática, é necessário considerar que: i) as polias e cordas não têm massa; ii) não existe atrito entre a polia e a corda; e iii) a corda é inextensível (Pich, 2020).

**Figura 22:** Aparelho de crossover funcional para academia, com a presença de diversas polias.



**Fonte:** Naturalfitness.com.br.

Nas polias fixas a intensidade de tração ( $T$ ) na corda é igual a intensidade do peso ( $P$ ) do bloco, se retornarmos a Figura 21, podemos dizer que  $F_P$  é igual a  $F_R$ .

### Polia móvel

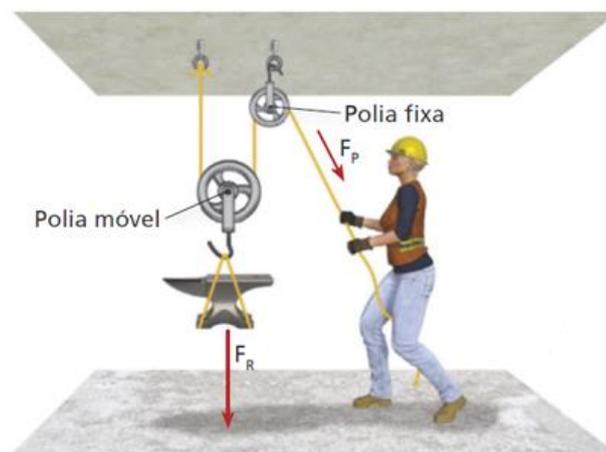
Diferentemente da polia fixa, a polia móvel possibilita uma redução na força necessária para levantar objetos. Nas roldanas móveis, cada trecho da corda sustenta metade do peso da carga, tornando possível a redução da força necessária para

erguê-la. Conseqüentemente, quanto maior o número de polias móveis utilizadas, menor é a força necessária para suspender um mesmo objeto.

Na polia móvel, uma das extremidades do cabo é fixada em um suporte, enquanto o corpo que se deseja mover é preso ao eixo da polia. Para movimentar o objeto, é preciso puxar ou soltar uma das pontas do cabo, enquanto a roda da polia gira livremente, movendo-se junto com o objeto.

Ao contrário da polia fixa, na polia móvel a direção e o sentido da força aplicada são os mesmos do movimento do objeto (Figura 23). Além disso, outra diferença importante é o tamanho do cabo necessário para mover um corpo. O comprimento do cabo deve ser o dobro da distância que se deseja mover o objeto. Por exemplo, para levantar um objeto a uma altura de um metro é preciso puxar dois metros de cabo com uma polia móvel.

**Figura 23:** Uma polia móvel reduz pela metade a força necessária para equilibrar a força resistente.



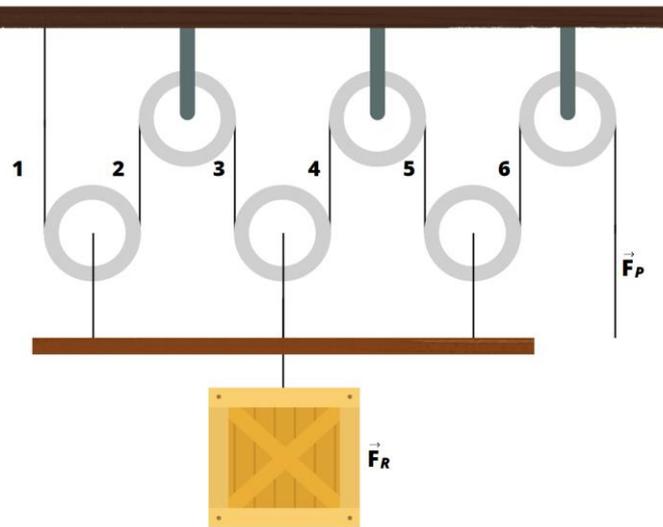
Fonte: Bueno, Macedo (2018).

Polias móveis são geralmente usadas em conjunto com polias fixas, formando uma associação de polias.

Na associação de polias fixas com polias móveis, cada trecho de fio (numerados de 1 a 6), a força de tração tem intensidade  $F_P$ . Assim, impondo o equilíbrio temos (Figura 24):

$$6 \cdot F_P = F_R \Rightarrow F_P = \frac{F_R}{6} \quad (5)$$

**Figura 24:** Esquema de associação de 3 polias fixas com 3 polias móveis.

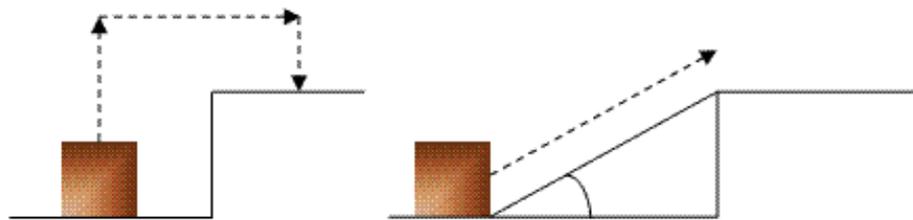


Fonte: Elaborado pela autora (2023).

### Plano inclinado

Ao observar a imagem abaixo (Figura 25), é possível questionar em qual situação seria mais fácil carregar o bloco:

**Figura 25:** Diagrama mostrando duas maneiras de suspender um bloco.

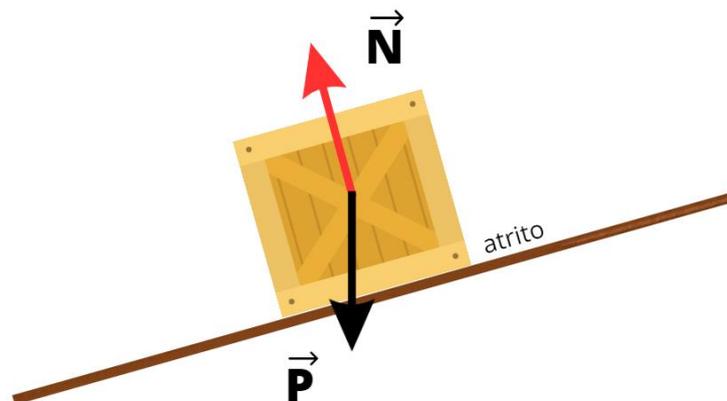


Fonte: Pich (2020).

Intuitivamente respondemos que a rampa é o meio mais fácil e a explicação física para isso é que, no primeiro caso, teríamos que realizar uma força igual ou maior que o peso do bloco para levantá-lo, e no segundo caso, esta força é menor que a força peso. Na verdade, a força que teremos que fazer é igual a apenas uma das componentes do peso (a que está ao longo do plano inclinado). Outra característica é que, quanto menor for o ângulo do plano inclinado, menor essa componente.

Observando a Figura 26, além do atrito que mantém o bloco em repouso, existem outras duas forças que atuam no bloco sobre um plano inclinado: a força **peso** e a força **normal**.

**Figura 26:** Esquema mostrando as três forças que atuam no bloco em um plano inclinado.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Um primeiro ponto a ser observado é a diferença nas direções e sentidos das duas forças. A força peso, causada pela atração gravitacional da Terra, é sempre vertical. Por outro lado, a força normal surge entre duas superfícies em contato e é sempre perpendicular à superfície, como mostrado na figura. No caso do plano inclinado, é essencial lembrar que a força peso e a força normal não formam um par de forças de ação e reação, pois não estão na mesma direção e com sentidos opostos, estando assim em desacordo com a Terceira Lei de Newton. Além disso, um par ação e reação ocorre entre corpos diferentes, o que não é o caso aqui.

Para calcular a força mínima para o deslocamento de um objeto por um plano inclinado temos a seguinte equação:

$$F_P \cdot d_P = F_V \cdot d_V \quad (6)$$

Onde:

$F_P$  = força para deslocar o objeto ao longo do plano inclinado.

$d_P$  = deslocamento realizado pelo objeto ao longo do plano inclinado.

$F_V$  = força para deslocar o objeto na vertical.

$d_V$  = deslocamento realizado pelo objeto na vertical.

As medidas dos deslocamentos são em metros (m) e as intensidades das forças em newtons (N).

Dessa forma, é possível inferir que, apesar do deslocamento ao longo do plano inclinado ser maior, a força aplicada nesse caso será menor.

## Cunha

A cunha é uma ferramenta em forma de prisma agudo, feita de metal ou madeira, utilizada tanto para facilitar a divisão de materiais como madeira ou pedras, como também para criar fendas em objetos. Ao aplicar uma força vertical na cunha, ocorrem forças laterais que promovem a abertura da fenda.

A evidência mais antiga do uso da cunha remonta a aproximadamente 3500 a.C., conforme um esboço encontrado em uma placa de argila descoberta na antiga região da Suméria, na Mesopotâmia (atual Iraque) (Pich, 2020). A escrita cuneiforme é uma das formas mais antigas de escrita conhecidas e foi usada na antiga Suméria e em outras civilizações da Mesopotâmia. A palavra "cuneiforme" deriva do latim "*cuneus*", que significa "cunha", devido à forma dos caracteres escritos em tabletes de argila utilizando uma cunha afiada ou estilete. A escrita cuneiforme era composta por uma combinação de símbolos e marcas, em forma de cunha, que representavam palavras, sílabas ou sons específicos.

Exemplos de cunha são: o machado, cinzéis, formões, talhadeiras, facas, as lâminas das tesouras, entre outros (Figura 27).

**Figura 27:** Exemplos de cunhas.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

## Parafuso

O parafuso é um plano inclinado disposto em hélice na superfície de um cilindro. Ele desempenha o papel de converter um movimento de rotação ao redor de seu eixo em um movimento de translação ao longo desse mesmo eixo. Na Figura 28, podemos observar diferentes tipos de parafusos.

**Figura 28:** Diferentes tipos de parafusos.



Fonte: Engineerine.com (2023).

O parafuso desempenha várias funções na construção e como acessório de máquinas. Ele pode atuar como uma peça de ligação, transformar o movimento ou amplificar a força aplicada. Ao enroscar-se em torno do seu eixo, um parafuso conecta diferentes partes de forma segura. Os sulcos do parafuso se assemelham a dentes, permitindo uma retenção firme. A única maneira de remover um parafuso é desenroscá-lo.

### 3 DESCRIÇÃO METODOLÓGICA

Nesta seção, detalhamos as características metodológicas da nossa pesquisa, abordando as etapas envolvidas, os instrumentos de coleta de dados utilizados e a técnica empregada na análise dos dados obtidos.

#### 3.1 Sobre o trabalho de pesquisa

Esta pesquisa possui **natureza aplicada**, que segundo Costa (2011), gera produtos, processos, conhecimentos e possui finalidade imediata; estrutura-se em uma **abordagem qualitativa**, caracterizada por inserir o pesquisador no contexto da pesquisa, visto que, segundo Sampieri, Collado e Lucio (2013 p. 376), busca-se “compreender e aprofundar os fenômenos que são explorados a partir da perspectiva dos participantes em um ambiente natural e em relação ao contexto”. Lüdke e André (2018, p. 12) corroboram com essa afirmação e ainda acrescentam que esse tipo de pesquisa “supõe o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo investigada, via de regra, pelo trabalho intensivo de campo”.

Do ponto de vista dos objetivos, a pesquisa é de caráter **explicativo**, pois de acordo com Gil (2002), Costa (2011) e Sampieri, Collado e Lucio (2013), este tipo de pesquisa tem preocupação em identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência de eventos ou fenômenos e em que condições eles ocorrem. É a que mais aprofunda o conhecimento da realidade, sendo responsável por explicar o porquê das coisas.

Em relação ao procedimento técnico, escolhemos a **pesquisa-ação**, que de acordo com Thiollent:

é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (Thiollent, 2009, p. 16).

Destacamos ainda que a pesquisa-ação tem a finalidade de resolver problemas cotidianos e imediatos, melhorando práticas concretas, com um propósito fundamental de “trazer informações que oriente a tomada de decisões para programas, processos

e reformas estruturais” (Sampieri; Collado; Lucio, 2013, p. 514). Sampieri, Collado e Lucio (2013) observam a necessidade da proximidade entre os participantes e a problemática a ser resolvida, estruturas que devem ser modificadas, bem como processos que precisam ser melhorados e práticas que devem ser transformadas. Em nosso trabalho, objetivamos despertar o interesse dos alunos. No contexto de sala de aula, a apatia, a falta de interesse e de engajamento são problemas crônicos da educação, ao nosso ver.

Apesar de já atuar sempre buscando despertar nos alunos o protagonismo e o interesse, nunca havíamos trabalhado neste nível de aprofundamento com metodologias ativas, além da rotação por estações ser uma experiência inédita com a turma.

**Lócus e sujeitos:** a pesquisa foi realizada em uma turma de 7º ano, com 34 alunos entre 12 e 15 anos, de uma escola da rede particular no município de Campina Grande, na Paraíba. A escola conta com uma infraestrutura diferenciada, dispendo de sala *Maker*, laboratório de natureza, informática, robótica e biblioteca. Escolhemos trabalhar na sala *Maker*, pois o espaço possui mesas/bancadas e possibilita a divisão da turma em até 6 grupos, também proporciona acesso à internet, aparelho de TV conectado a um computador e fica ao lado do laboratório de informática, utilizado em algumas estações, como no uso dos simuladores e para visualização de vídeos.

Em nossa escola, a sala *Maker* é um espaço que objetiva o desenvolvimento de um ambiente para a aprendizagem de forma prática, no qual podem ser utilizados diversos tipos de recursos didáticos e estruturais que ficam à disposição dos alunos, propiciando o desenvolvimento do raciocínio e o trabalho em equipe de forma lúdica e criativa.

**Coleta de dados:** ocorreu pela observação da professora (proponente da pesquisa) durante todo o processo, por meio de registros de falas, registros fotográficos, filmagens, análise das ações e dos questionários aplicados durante a primeira aula expositiva dialogada (parte teórica), durante a aplicação das rotações, e ao final, com o uso do aplicativo Plickers, sempre buscando refletir sobre como o uso das metodologias aqui sugeridas foram capazes de facilitar o ensino de ciências.

Solicitamos que os alunos respondessem, ao final de cada rotação, a uma avaliação da proposta, no formato de escala Likert (Sampieri; Collado; Lucio, 2013), com cinco pontos para avaliar a satisfação dos alunos em cada momento de rotação, a importância dos conceitos daquela aula em estudos futuros e qual/quais estações o aluno mais gostou. Na última aula sobre o conteúdo de máquinas simples, utilizamos a plataforma Plickers, na qual os estudantes responderam 30 perguntas, de múltipla escolha e verdadeiro ou falso, divididas em 6 etapas de 5 perguntas cada, buscando compreender quais foram as maiores dúvidas dos alunos e revisar o conteúdo das aulas teóricas e práticas. Ao final de todo o processo (no último encontro), os alunos responderam a um questionário de opinião com perguntas abertas e fechadas para avaliar todo o processo realizado.

### 3.2 Sobre a proposta didática

A proposta compreende a construção de uma sequência didática utilizando Metodologias Ativas e TIC, em uma modalidade de ensino híbrido denominada de rotações por estações de aprendizagem, na qual os alunos são divididos em grupos que revezam nas atividades distribuídas em estações, durante um tempo estipulado pelo professor. Cada estação possui uma tarefa específica relacionada com o objetivo de ensino, sendo que, dentre essas atividades propostas, pelo menos uma deve ser necessariamente feita *on-line*.

O conteúdo escolhido para a sequência foi *máquinas simples*, distribuído em dez (10) encontros que totalizaram 16 tempos de aula com a duração de 50 minutos cada. As aulas com a parte teórica (com exceção da primeira) ocorreram em tempos de 50 minutos (individuais) e as aulas práticas (rotações) em tempos geminados de 100 a 150 minutos.

No Quadro 3, temos uma estrutura geral da proposta, distribuída por encontros e procedimentos de ensino que foram realizados. Ressaltamos que toda a proposta aqui apresentada se encontra detalhada na Sequência Didática do Produto Educacional, disponível no Apêndice.

**Quadro 3:** Cronograma de Atividades.

Encontro	Hora / aula	Descrição	Procedimento de ensino
----------	-------------	-----------	------------------------

01 (30/05/2023)	02 (100 min)	Aula com conceitos fundamentais da física	Aula dialógica
02 (05/06/2023)	01 (50 min)	Introdução e história das “máquinas simples”	Aula dialógica
03 (06/06/2023)	02 (100 min)	Máquinas simples na história	Rotação por estações
04 (07/06/2023)	01 (50 min)	Alavanca e tipos de alavancas	Aula dialógica
05 (12/06/2023)	01 (50 min)	Roda e eixo	Aula dialógica
06 (13/06/2023)	03 (150 min)	Alavancas	Rotação por estações
07 (14/06/2023)	01(50 min)	Polia fixa e polia móvel	Aula dialógica
08 (19/06/2023)	01(50 min)	Plano inclinado Cunha Parafuso	Aula dialógica
09 (20/06/2023)	02 (100 min)	Polias, plano inclinado e parafusos	Rotação por estações
10 (21/06/2023)	02 (100 Min)	Resolução de exercícios  Avaliação	Questionário Plickers
Total encontros: 10	Total aulas: 16		

**Fonte:** Elaborado pela autora (2023).

Os conteúdos das aulas foram apresentados por meio de *slides* construídos no Canva<sup>3</sup>. Optamos por utilizar essa ferramenta devido aos seus recursos práticos de edição de imagens e à facilidade de compartilhamento com os alunos, por meio de *QR Code* disponibilizado ao final de cada aula. Ao todo, foram criados sete *slides* para as aulas teóricas, seguindo a ordem de máquinas simples, conforme apresentado no Quadro 4.

<sup>3</sup> Disponível em: <https://www.canva.com/> Acesso em 06/07/2023.

**Quadro 4:** Organização dos conteúdos das aulas teóricas

Aula	Objeto	Subobjeto
1	Conceitos de Física	Movimento e repouso; Força e trabalho; Força de contato; Força de campo; Operações com vetores; Trabalho.
2	Máquinas simples	O que são máquinas simples; Tipos de máquinas simples; Máquinas simples na história.
3		
4	Alavancas	Definição de alavanca; Forças que atuam em uma alavanca; Situações de equilíbrio; Tipos de alavancas (Interfixas, Inter-resistentes Interpotentes); Alavancas no nosso corpo.
5	Roda e eixo	História da roda e eixo; Definição e função.
6		
7	Polias	Definição de polias ou roldanas; Polia fixa; Polia móvel.
8	Plano inclinado	Definição de plano inclinado e situações de uso; Compreensão do seu mecanismo de funcionamento; Cunha – definição e uso; Parafuso – definição e uso.
9		
10	Máquinas simples	Resolução de exercícios sobre todo o conteúdo com o questionário na plataforma Plickers.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Para as aulas práticas, as rotações por estações contaram com diversas maquetes e estratégias lúdicas que pudessem atrair os alunos. No Quadro 5, apresentamos a ordem e o detalhamento de cada estação, e na sequência, uma descrição de como as estações por rotação foram organizadas para que a proposta planejada se efetivasse na prática.

**Quadro 5:** Ordem e detalhamento de cada rotação por estações.

Aula	Ordem da aplicação	Número de estações	Descrição da estação
3	Rotação 1	5	Estação 1 - Teorias sobre a construção de Stonehenge
			Estação 2 - Onde a roda foi inventada - e por que demoramos tanto para criá-la
			Estação 3 - Qual a principal teoria que explicaria como as pirâmides foram construídas?
			Estação 4 - Construção de uma catapulta
			Estação 5 - Construção de um carrinho
6	Rotação 2	5	Estação 1 - Classificando os tipos de alavancas
			Estação 2 - Descubra a minha massa - uso da balança de braços iguais
			Estação 3 - Simulador PhET
			Estação 4 - Montando uma alavanca
			Estação 5 - Simulador Vascak
9	Rotação 3	4	Estação 1 - Parafuso de Arquimedes
			Estação 2 - Polias fixas e sistema de polias.
			Estação 3 - Parafuso e plano inclinado
			Estação 4 - Pista de plano inclinado

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

### 3.3 Organização das estações e expectativas

Traremos, nesta seção, a divisão e organização de cada rotação por estações, bem como o objetivo para cada momento de aula.

#### Rotação por estações 1

A primeira rotação por estações foi composta por cinco estações, como mencionado anteriormente, sendo realizada após a aula conceitual e a apresentação dos tipos de máquinas simples ao longo da história. Na **primeira estação**, os alunos foram convidados a assistir a um vídeo do Canal History Brasil<sup>4</sup> (YouTube) que abordou as teorias relacionadas à construção de Stonehenge. Nosso objetivo, nessa estação, era de que os alunos compreendessem tanto a grandiosidade dessa construção quanto às limitações históricas devido ao tempo e à falta de documentos

<sup>4</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=YMQPck58C-E> Acesso em 27/05/2023.

escritos que confirmem as teorias propostas. Além disso, com base na aula que apresentou as máquinas simples, esperávamos que os alunos chegassem à conclusão sobre quais máquinas poderiam ter sido utilizadas em sua construção. Após assistir ao vídeo, os alunos responderam três perguntas sobre a estação, presentes no questionário.

Na **estação dois**, utilizamos um texto da BBC News Brasil intitulado "Onde a roda foi inventada - e por que demoramos tanto para criá-la"<sup>5</sup>. Os alunos puderam acompanhar a leitura tanto por meio das folhas impressas com a reportagem, como através do celular, acessando o QR Code impresso no *card* da mesa. Nessa estação, nosso objetivo era fazer com que os alunos fossem capazes de perceber que, apesar de sua simplicidade, a invenção da roda é relativamente recente devido ao fato de não existirem rodas na natureza, levando à reflexão de que nossos ancestrais se baseavam na observação do ambiente e da natureza para desenvolver seus instrumentos e ferramentas, e também, a compreender todos os detalhes envolvidos no funcionamento perfeito desse instrumento. Ao concluir a leitura, os alunos responderam às perguntas do questionário relacionadas ao texto, assim como ao conceito de roda-eixo e atrito. Além disso, eles participaram de uma discussão em grupo sobre três objetos que não existiriam sem a invenção das rodas e como isso afetaria nossas vidas na atualidade.

Na **estação três**, utilizamos dois textos complementares. O primeiro texto, um artigo da revista Super Interessante<sup>6</sup>, que aborda a construção das pirâmides do Egito, e o segundo, do site Aventuras na História<sup>7</sup>, que também trata desse tema. Além da leitura, os alunos assistiram a um vídeo relacionado, disponível no TikTok, por meio de seus dispositivos móveis.

O objetivo dessa estação, assim como na estação de Stonehenge, era de que os alunos compreendessem a grandiosidade dessa construção, as limitações históricas dadas pelo tempo e pela ausência de documentos escritos que confirmem

---

<sup>5</sup> Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-41795604> Acesso em 27/05/2023.

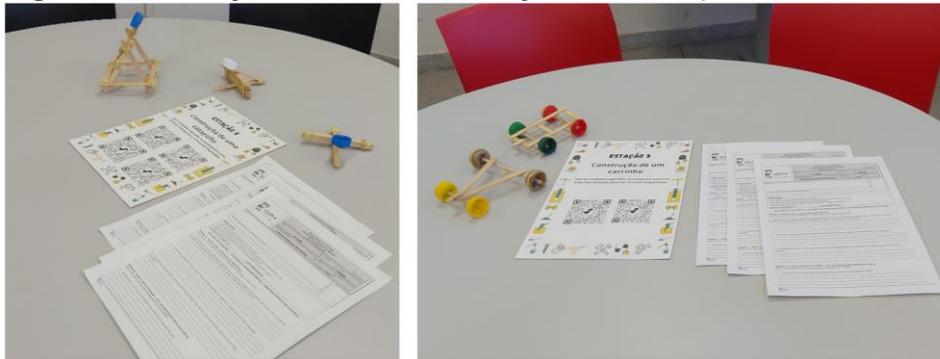
<sup>6</sup> Disponível para assinantes em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-foram-erguidas-as-piramides-do-egito> Acesso em 25/05/2023.

<sup>7</sup> Disponível em: [https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/desventuras/qual-a-principal-teoria-que-explicaria-como-as-piramides-foram-construidas.shtml?utm\\_source=site&utm\\_medium=txt&utm\\_campaign=coppypaste](https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/desventuras/qual-a-principal-teoria-que-explicaria-como-as-piramides-foram-construidas.shtml?utm_source=site&utm_medium=txt&utm_campaign=coppypaste) Acesso em 26/05/2023.

as teorias colocadas, e também, com base na aula que apresentou as máquinas simples, que chegassem à conclusão de quais máquinas estariam envolvidas na construção das pirâmides. Ao final da estação, os alunos responderam três perguntas do questionário, abordando a função das pirâmides, a justificativa para o seu formato e as possíveis máquinas simples envolvidas na construção do monumento.

Nas **estações quatro e cinco**, os alunos foram desafiados a construir, utilizando uma proposta *maker*, catapultas e carrinhos, partindo dos vídeos disponíveis nos *cards*, outros vídeos que eles encontrassem ou apenas observando os exemplares disponíveis nas mesas (Figura 29).

**Figura 29:** Estações 4 e 5 - Construção das catapultas e carrinhos



**Fonte:** Arquivo pessoal da autora (2023).

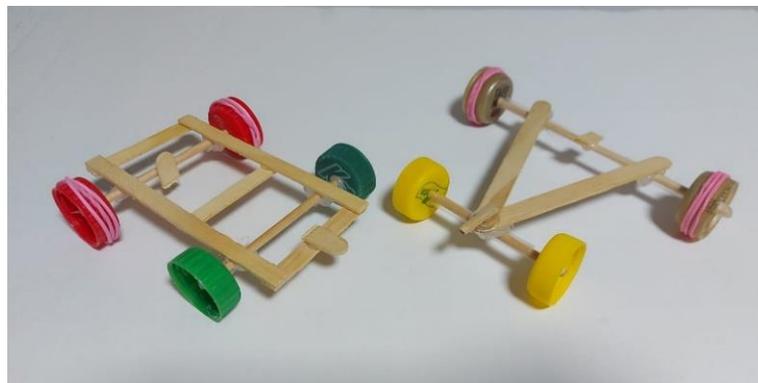
De acordo com Soster (2018), uma proposta *maker* é definida como aquela que engloba uma aprendizagem significativa e em pares, cujo objetivo é a solução de problemas e a construção de artefatos por meio de um processo de fabricação, seja digital ou físico. A autora também argumenta que essa abordagem promove o protagonismo do aluno, incentivando-o a ser ativo, responsável e respeitoso em relação ao seu próprio processo de ensino e aprendizagem, ao mesmo tempo em que o conscientiza sobre seus limites e potencialidades para explorar e transformar seu ambiente. Com base nessas considerações, torna-se evidente que a incorporação da cultura *maker* em nosso trabalho converge com nossas abordagens pedagógicas centradas nas Metodologias Ativas e no uso das Tecnologias da Informação e Comunicação.

Seguindo as orientações presentes nos *cards* e no questionário, os estudantes iniciaram a fabricação dos itens, especificando o material a ser empregado e



planejamento e a avaliação dos recursos disponíveis. Eles também precisavam atentar-se aos conceitos de roda-eixo, bem como resgatar outros conceitos físicos apresentados na primeira aula, como a força de atrito, a força peso, a força normal e a força de tração, a fim de solucionar quaisquer problemas que dificultassem o funcionamento adequado do carrinho. Além disso, a estação teve uma abordagem lúdica e criativa que, juntamente com a estação da catapulta, promoveu momentos descontraídos e de muita diversão.

**Figura 31:** Exemplos dos carrinhos desenvolvidos pela professora e deixados na bancada.



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023).

O tempo total para a execução das estações, incluindo os comentários e avaliações dos alunos, foi de 100 minutos (2 tempos de aula).

### **Rotação por estações 2**

A segunda rotação por estações foi realizada após as aulas sobre alavancas e roda-eixo, uma semana depois da primeira rotação. Suas estações concentraram-se em trabalhar apenas com as alavancas nas cinco propostas apresentadas, e seguiram o mesmo modelo que a rotação anterior, mantendo os grupos de alunos e o *layout* das bancadas, disponibilizadas com os *cards*, questionários, materiais e maquete.

A **primeira estação** consistiu na classificação dos tipos de alavancas (interfixa, interpotente e inter-resistente) e na localização das forças e ponto de apoio de 15 objetos determinados no formulário. Para facilitar a percepção dos alunos e favorecer uma análise prática, alguns objetos foram disponibilizados na bancada (Figura 32).

Para auxiliar os alunos, o QR Code com os *slides* da aula foi impresso no *card* para a consulta com seus dispositivos móveis.

**Figura 32:** Exemplos de alavancas para identificação.



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023).

A **segunda estação** (Figura 33) contou com uma maquete de balança de braços iguais, confeccionada com palitos de churrasco, palitos de picolé e materiais recicláveis. A sequência do projeto não foi elaborada, uma vez que partiu da tentativa e erro até que conseguíssemos atingir o resultado esperado. No entanto, ideias semelhantes podem ser feitas com os mesmos materiais, ou utilizando papelão, MDF com corte em laser, cabide, ou ainda, comprando modelos educacionais de balança. Na internet há uma grande diversidade de modelos com valores bem acessíveis.

**Figura 33:** Maquete da balança de braços iguais.



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023).

Em nossa proposta, os alunos precisavam descobrir a massa secreta dos cubos coloridos, com base na massa conhecida de cilindros menores, até atingir o equilíbrio. Os cubos de massa secreta foram construídos com caixinhas plásticas transparentes (5x5), compradas em loja de festas, forradas no interior com papel

colorido impresso com interrogações em suas laterais e preenchidas com massas definidas (obtidas utilizando balança de precisão), de conhecimento apenas da professora. Essas massas foram feitas com argila envolvida em sacos plásticos e filme PVC.

Para a elaboração das massas definidas, utilizamos potes plásticos reaproveitados, forrados com fita adesiva colorida, e no interior, argila ou areia. Na próxima rotação, apresentaremos outra proposta de baixo custo para a confecção dos pesos, que serão utilizados na pista de plano inclinado.

Os alunos também realizaram a leitura de um trecho adaptado do livro de Assis<sup>8</sup> (2008), sobre balanças de braços iguais, que disserta sobre sua função, partes, funcionamento e os primeiros registros de balanças que se têm conhecimento na história. O objetivo dessa estação era que os alunos fossem capazes de compreender o funcionamento de uma balança e os conceitos relacionados ao seu equilíbrio.

A **terceira estação** consistiu no uso do simulador PhET Balançando<sup>9</sup>. Utilizamos a sala de informática (Figura 34) pela disponibilidade e por estar ao lado da sala *Maker*, tendo também a opção de colocar os notebooks na bancada da estação, ou ainda, utilizar os dispositivos móveis dos alunos. No simulador, os alunos foram orientados a escolher a opção “jogo” e realizar os quatro níveis, contabilizando ao final, o número de pontos em cada nível. Sugerimos que eles iniciassem no primeiro nível, pois o jogo vai aumentando a complexidade gradativamente. Outra instrução que constava no *card* da mesa, e que deveria ser lida por um representante do grupo para os demais alunos, era o ajuste da alternância da posição entre “nada”, “régua” e “marcas” na gangorra do jogo, em que os alunos tinham a opção de escolher o que fosse mais confortável para facilitar a contagem, e lembramos da fórmula de equilíbrio da balança ( $F_P \cdot d_P = F_R \cdot d_R$ ).

**Figura 34:** Sala de informática.

---

<sup>8</sup> Disponível em: <https://encurtador.com.br/gzFQS> Acesso em 04/06/2023.

<sup>9</sup> Disponível em: [https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-act/latest/balancing-act\\_all.html?locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-act/latest/balancing-act_all.html?locale=pt_BR) Acesso em 21/04/2023.



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023).

Nessa estação, disponibilizamos na bancada uma folha que serviu para contabilizar os pontos de cada nível do simulador e que também pôde ser utilizada para o relatório do simulador Vascak na contabilização dos pontos individuais.

De acordo com o próprio site do PhET<sup>10</sup>, utilizando o simulador, os alunos são capazes prever como equilibrar uma gangorra fazendo o uso de objetos de diferentes massas; antever como o movimento das massas e como suas posições afetam o movimento da gangorra; definir regras que antecipem para aonde a gangorra irá inclinar quando os objetos forem colocados sobre ela e usar essas regras para resolver desafios sobre o equilíbrio. Ao final da simulação, solicitamos aos alunos que condensassem a pontuação de cada integrante da equipe no questionário, mas esta era uma etapa opcional, pois foi possível contabilizar isso nos relatórios individuais.

A **quarta estação** consistiu na montagem de uma alavanca do tipo gangorra, com materiais deixados sobre a bancada (clips de papel, fita adesiva, régua e os pesos definidos) (Figura 35). Seguindo a instrução presente no *card*, os alunos precisavam montar a gangorra e responder as perguntas do questionário.

**Figura 35:** Estação "montando uma alavanca".

---

<sup>10</sup> Disponível em: [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulations/balancing-act](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/balancing-act) Acesso em 01/08/2013.



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023).

Para a confecção dos cubos, foram utilizadas caixinhas plásticas transparentes (4x4), adquiridas em loja de festas, e em seu interior colocamos areia colorida. Definimos as massas utilizando balança de precisão e colocamos papel impresso por dentro da tampa com as massas referentes, lacrando a lateral com fita adesiva colorida, de acordo com as massas, formando um padrão.

Alguns conceitos das aulas teóricas foram lembrados durante a explicação da estação, como a fórmula de equilíbrio da gangorra ( $F_P \cdot d_P = F_R \cdot d_R$ ), o centro de gravidade e as forças que atuam em uma alavanca (exibidos na Figura 9, e no texto que tratou essa questão).

Nessa estação, os alunos precisavam responder no questionário qual seria a distância do ponto de apoio que o peso definido na questão deveria ser colocado para ocorrer o equilíbrio da balança, reforçando os conceitos sobre equilíbrio de uma alavanca, bem como a conclusão dos cálculos e a percepção que pesos e distâncias diferentes também podem gerar equilíbrio.

A **quinta**, e última estação dessa rotação, consistiu no uso do simulador Vascak – princípio das alavancas<sup>11</sup>. Utilizando a folha individual, os alunos elaboravam uma equação, diferente da apresentada, que promovesse o equilíbrio da alavanca, posteriormente, condensavam as respostas do grupo no questionário.

<sup>11</sup> Disponível em: [https://www.vacak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech\\_paka&l=pt](https://www.vacak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_paka&l=pt)  
Acesso em 24/04/2023.

Assim como na estação do simulador PhET, um representante fez a leitura do *card* da mesa para os demais alunos do grupo e, em seguida, o grupo dirigiu-se à sala de informática com a folha individual.

A segunda rotação, pela extensão das atividades e complexidade das ações, dependeu de um tempo maior, totalizando 150 minutos (3 tempos) e cada estação teve, em média, 25 minutos.

### **Rotação por estações 3**

Diferente das outras duas rotações, dividimos esta em quatro estações, sendo uma das equipes desfeita e seus integrantes distribuídos nos demais grupos.

A **primeira estação** dessa última etapa foi a parafuso de Arquimedes, na qual exibimos um exemplar confeccionado com papelão, garrafa pet, palitos e outros materiais recicláveis, visando facilitar a compreensão dos alunos sobre o funcionamento dessa máquina simples. Adaptamos nosso modelo de parafuso com base em dois vídeos que foram assistidos no YouTube<sup>12</sup>. Nesse modelo, os alunos giravam a maquete, permitindo o transporte de bolas de gude do plano inferior para cima, reproduzindo o uso original do parafuso de Arquimedes de transportar materiais de planos inferiores para superiores.

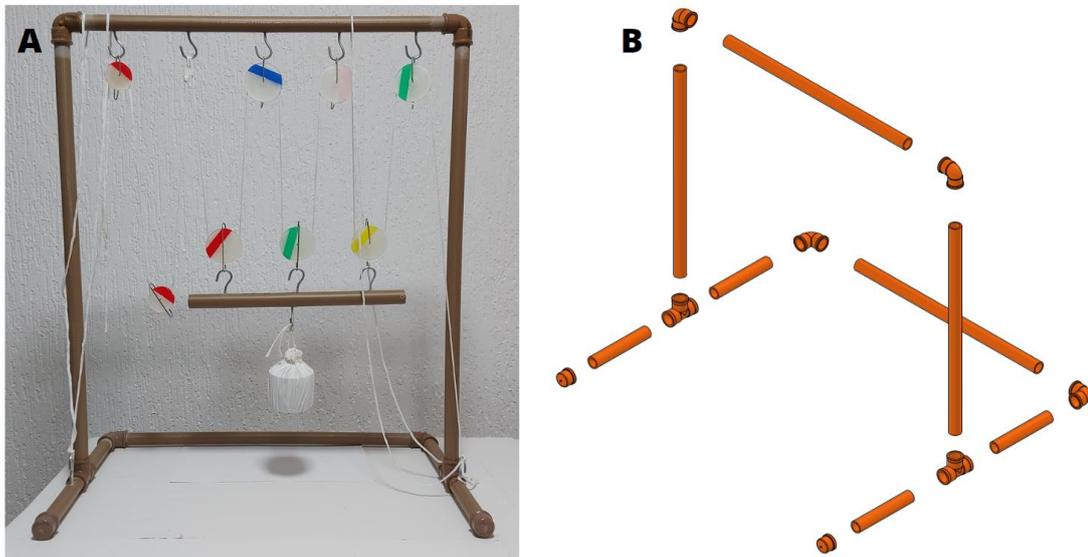
Na estação também disponibilizamos um notebook para que os alunos pudessem realizar pesquisas associadas ao questionário. As perguntas eram relacionadas ao princípio de funcionamento do parafuso de Arquimedes, sua origem e função. Além disso, buscou-se identificar a relação entre o parafuso e o plano inclinado, bem como observar as possibilidades de uso dessa máquina simples na atualidade.

A **segunda estação** consistiu na manipulação em uma maquete de sistema de polias confeccionada com tubos de PVC (Figura 36 A). Para a estrutura, foram utilizados 4 tubos de PVC medindo 50 cm, 4 tubos de 15 cm, 1 tubo de 30 cm, 4 conexões do tipo joelho 90°, 2 conexões tipo T e 2 tampões. O tubo e as conexões eram de diâmetro nominal de 20mm em material PVC soldável (Figura 36 B).

---

<sup>12</sup> Disponível em: <https://youtu.be/ACmjZTMEQFA> e [https://youtu.be/AYxF1JO\\_DZM](https://youtu.be/AYxF1JO_DZM) Acesso em 01/08/2023.

**Figura 36:** Maquete pronta com os ganchos e polias – A; Encaixe dos tubos e conexões – B. As fitas adesivas nas polias ajudam a evidenciar a rotação.



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023).

Utilizamos, também, lixa de granulometria 120 para desbastar as regiões de conexão e não houve necessidade de cola. As roldanas estavam disponíveis nos kits da escola, mas podem ser compradas na internet. Para fixar as roldanas na estrutura de tubos, utilizamos 11 ganchos zincado para madeira e para o peso utilizamos um cilindro de aço inoxidável de 1 kg, que foi envolvido por plástico e preso com barbante. O sistema era movimentado com cordão de polipropileno de 3mm e, utilizamos ainda, uma balança portátil digital comprada em loja de importados que fez o papel de dinamômetro, apenas para que os alunos pudessem comprovar a redução da força ao utilizar as polias móveis.

Para a resolução das perguntas do questionário, foi necessário que os alunos desenvolvessem diferentes configurações no conjunto do sistema com o objetivo de comparar um sistema de polia fixa, um sistema com uma polia móvel e um sistema com três polias móveis.

O objetivo dessa estação era identificar a ocorrência de alguma mudança na força necessária para mover os sistemas e elevar o peso, tanto de forma sensorial, quanto com o uso de uma balança. Os alunos também realizaram a medição da quantidade de cordão necessário para puxar em cada sistema. Para facilitar a medição, duas réguas plásticas de 50 cm foram disponibilizadas sobre a bancada (Figura 37). Essa abordagem permitiu que os alunos pudessem explorar e

compreender a relação entre o número de polias e a força necessária para mover um objeto, bem como a relação entre a quantidade de cordão e o deslocamento nos diferentes sistemas de polias.

**Figura 37:** Sistema de polias fixas e móveis.



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023).

A **terceira estação**, nomeada de parafuso e plano inclinado, partiu de uma proposta presente em seis das nove obras analisadas do PNLD. Na bancada, foram disponibilizados os materiais necessários para a confecção, como papel sulfite colorido, palitos de churrasco, canetas hidrocor, tesoura, régua e fita adesiva, juntamente com um instrutivo detalhado para sua montagem (Figura 38).

**Figura 38:** Estação “parafuso e plano inclinado” e os materiais para confecção.



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023).

O objetivo dessa estação era que os alunos, por meio da comparação, fossem capazes de reconhecer o parafuso como um plano inclinado e que o número de voltas

(passos) do parafuso está relacionado com sua largura, conseqüentemente, com seu grau de inclinação, concluindo assim que, se em rampas mais íngremes o esforço é maior, em parafusos com menos passos e maior distância entre eles, o esforço para sua colocação também será.

Na **estação quatro**, confeccionamos uma maquete de rampa ajustável com palitos e papelão, nomeada de “pista de plano inclinado”. O detalhamento da confecção dessa rampa também não será feito aqui, pois precisou de inúmeros ajustes, com tentativas e erros, até que se obtivesse o resultado desejado, tanto em resistência como em ângulos de inclinação. Essa proposta pode ser confeccionada apenas em papelão, mas a customização com os palitos trouxe um pouco mais da identidade que esteve presente em outras maquetes. Outra proposta seria em corte de MDF em laser, mas partimos mais uma vez pela proposta *maker*.

A rampa conta com três inclinações distintas ( $20^\circ$ ,  $30^\circ$  e  $40^\circ$ ) ajustáveis e uma pista de aproximadamente 60 centímetros. No topo, um sistema com polia fixa foi adicionado para reduzir o atrito do barbante de algodão. O carrinho foi construído no mesmo sistema da primeira rotação e adicionada uma carroceria. O contrapeso foi confeccionado todo em palito de picolé. A massa total do carrinho (carga + carrinho) foi de 150g, e a massa do contrapeso era a mesma do carrinho (27g). Os pesos para o contrapeso foram confeccionados com areia colorida colocada em dois saquinhos (6x25) utilizados para fazer “sacolê” ou “dindin”, comprados em loja de festas. Fizemos ao todo 7 saquinhos com massas variadas (1x25g, 2x40g, 1x50g, 1x60g, 1x70g, 1x80g), medidas com uma balança de precisão (Figura 39).

**Figura 39:** Detalhamento da confecção da rampa.



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023).

A rampa oportunizou aos alunos, a partir da experimentação, verificarem que em cada inclinação a massa para equilibrar ou fazer o carrinho andar é diferente e que, quanto maior for essa inclinação, maior será a massa necessária, concluindo-se, portanto, que quanto mais íngreme for a rampa, maior o esforço necessário.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Aplicando a proposta: a experiência vivenciada e o olhar da pesquisadora

Traremos aqui uma análise das etapas realizadas com os alunos, tanto durante as aulas teóricas como nas rotações por estação. Como já colocado anteriormente, a parte teórica foi realizada em seis aulas que totalizaram sete tempos de 50 minutos em sala e com uso de *slides*. A parte prática ocorreu utilizando a Metodologia Ativa de Rotação por Estação e o uso de TIC, em três encontros, com um total de sete tempos de 50 minutos (na sequência didática, sugerimos 8, para otimizar o aproveitamento da 3ª rotação), e a última aula utilizando o aplicativo Plickers para a avaliação do conteúdo, juntamente com a avaliação dos alunos de todo o processo, com duração de 100 minutos, totalizando 10 encontros.

As aulas teóricas foram realizadas na sala, com *slides* transmitidos pela televisão, e como metodologia de ensino, escolhemos o método **expositivo dialógico** como uma forma de reforçar a relação professor e aluno, além de romper com os moldes de ensino tradicional. Esse método é defendido por diversos autores como um meio pelo qual o professor consegue despertar o interesse do aluno, tornando-o agente ativo e consciente na sociedade. Essa proposta também busca valorizar os conhecimentos do estudante e a partilha desses conhecimentos, bem como as descobertas que as problematizações podem suscitar (Oliveira de Jesus, 2017).

Nesse sentido, o conteúdo de máquinas simples também se coloca como favorável, pois é de fácil assimilação e com exemplos que criam diversos *links* com situações cotidianas. Buscar essas conexões é importante para que os alunos se sintam confiantes para contribuir com suas ideias e construir novos conhecimentos, sendo levados a refletir sobre os objetos que os cercam. Para isso, a mediação docente é de extrema importância.

É importante destacar que esse modelo de aula tem como base a construção coletiva de conhecimento e considera os saberes prévios dos alunos (Oliveira de Jesus, 2017). Buscamos durante as aulas teóricas e práticas lançar problemas, perguntas e situações que fossem capazes de acionar essas informações, tornando os estudantes sujeitos ativos e protagonistas da educação, rompendo com a prática

tradicional e utilizando essa proposta como “fio condutor” de uma aprendizagem significativa (Oliveira de Jesus, 2017).

Após a aula de conceitos iniciais de física, os alunos responderam a um questionário que serviu para sintetizar os conceitos aprendidos naquele dia. As questões discursivas versavam sobre o princípio da inércia, força gravitacional, movimento, repouso, trabalho, sentido e direção de uma força, em uma proposta que buscava a interpretação e a compreensão de situações comuns.

A primeira questão trouxe uma tirinha do personagem Garfield, com a qual buscou-se resgatar o princípio da inércia e outras situações que envolvem a 1ª Lei. Dos 29 alunos que realizaram a atividade neste dia, 17 conseguiram concluir que a situação abordada na tirinha estava relacionada ao princípio da inércia ou a 1ª Lei de Newton. Já em relação à exemplificação de outras situações, embora durante a aula muitos alunos tenham verbalizado outros exemplos, como freadas bruscas e arrancadas em veículos, apenas 4 alunos responderam a essa parte da questão. Em geral, percebemos isto como algo comum: com grande frequência, quando temos perguntas integradas, os alunos tendem a responder apenas a primeira proposição e não perceber a segunda. Em alguns casos, uma estratégia é dividir essas perguntas e ordená-las de forma alfabética, mas, de fato, nos chama a atenção para a distração dos alunos frente à leitura dos enunciados.

Na questão 2, os alunos foram convidados a refletir sobre a razão da dificuldade apresentada pelos astronautas em caminhar na Lua. Durante a aula, passamos um vídeo<sup>13</sup> mostrando diversas situações de queda, que inclusive, foi um momento bastante descontraído da aula e gerou boas gargalhadas. Buscamos, então, retomar a ideia desse vídeo para discutir essa questão. De forma bastante satisfatória, 27 alunos concluíram que a gravidade da Lua era menor que a da Terra, logo, o peso do astronauta também seria. Mesmo com a necessidade de pequenos ajustes nas respostas em alguns casos, como o questionário foi seguido da aula, sem tempo para revisão, pode-se perceber que os alunos conseguiram assimilar corretamente a relação entre peso, massa e gravidade.

---

<sup>13</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=X1cVnC7EtWw> Acesso em 1/08/2023.

A questão 3 apresentava o desenho de uma pessoa tentando empurrar um carro e três perguntas que buscavam compreender: as condições para que o carro entrasse em movimento, as forças atuantes sobre o veículo empurrado e se na ausência do movimento haveria trabalho. Para o primeiro questionamento, 19 alunos conseguiram concluir que dependeria de uma força aplicada maior do que aquela que mantém o veículo em repouso para que houvesse movimento. Dessas 19, algumas respostas foram consideradas corretas, com pequenos ajustes para melhor compreensão. Para a segunda pergunta, 19 alunos colocaram pelo menos uma das forças estudadas (peso, atrito, normal e compressão). Para a última pergunta dessa questão, 18 alunos responderam corretamente que para que houvesse trabalho era necessário o movimento, com destaque para alguns alunos que associaram ainda o gasto de energia sem realizar trabalho, como no exemplo do aluno FJ: “*não, só gasto (sic) energia e não consegue empurrar o carro*”, resgatando um conceito de fisiologia, dado em outro momento de aula.

As questões 4 e 5 buscavam, resumidamente, resgatar a compreensão dos conceitos de vetores, sentido, direção e força resultante, em uma análise de duas figuras, respectivamente. Foi possível perceber que ocorreram muitas dúvidas para a construção desses conceitos, entretanto, alguns alunos conseguiram alcançar respostas bastante satisfatórias, demonstrando uma boa capacidade de análise e interpretação. Destacamos as respostas de dois alunos para as perguntas 4 e 5, respectivamente (Figura 40):

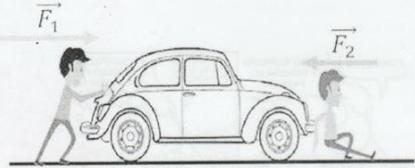
**Figura 40:** Respostas dos alunos para as questões 4 e 5.

4. Um corpo pode sofrer ação de mais de uma força ao mesmo tempo.



Na situação ao lado, o que podemos determinar sobre o sentido, direção e força resultante?  
*Que o sentido é pra direita, direção horizontal e as forças resultantes serão somadas.*

5. Observe a imagem abaixo:



Que informações as forças resultante, direção e sentidos podem nos fornecer?  
*As forças do direito estão com a força resultante maior, o sentido do carro é para direita e a direção é horizontal.*

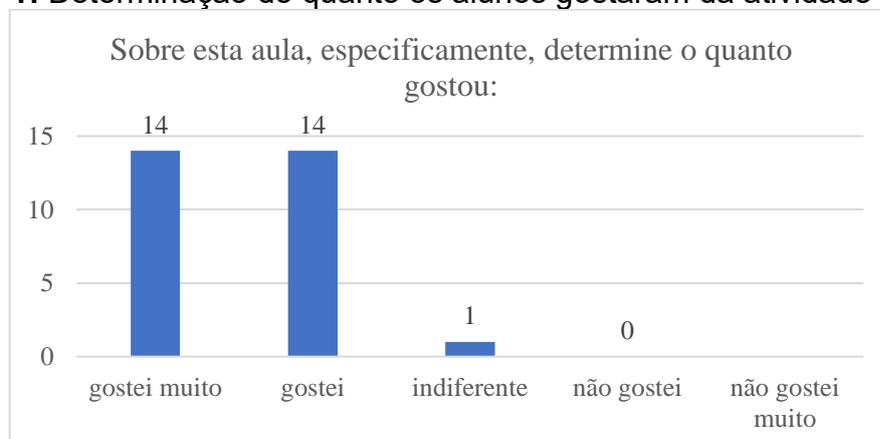
Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023).

A questão 6 trouxe uma figura de crianças brincando de cabo de guerra e três perguntas para buscar a compreensão de conceitos que serão muito explorados nas próximas aulas: equilíbrio e movimento. De maneira geral, os alunos conseguiram perceber que, para o equilíbrio, era necessário forças iguais em sentidos opostos e, para o movimento, que um dos grupos fosse mais forte.

De maneira geral, o questionário rendeu uma boa reflexão sobre conceitos básicos de física e uma forma de verificar o que foi estudado naquele dia, bem como uma organização de conceitos prévios que os alunos traziam de outras aulas e anos anteriores. Tanto que, em diversos outros momentos, essas ideias foram resgatadas e a construção de novas ideias foram propostas durante as aulas teóricas que se seguiram. Neste dia, uma aluna chegou a lembrar que o conteúdo de máquinas simples foi amplamente explorado no 5º ano, fazendo importantes contribuições e compartilhamentos para a aula teórica. As colocações da aluna mostraram como as aulas práticas foram significativas e como diversos conceitos permaneciam em sua memória. Apesar de não ser o foco deste trabalho, essas retomadas das ideias apresentadas com novas possibilidades são ferramentas promissoras no processo de ensino e aprendizagem.

Ao final, os alunos foram convidados a preencher uma breve avaliação (Apêndice A). Essa prática também foi repetida nas rotações por estação. Os resultados são observados nos gráficos a seguir:

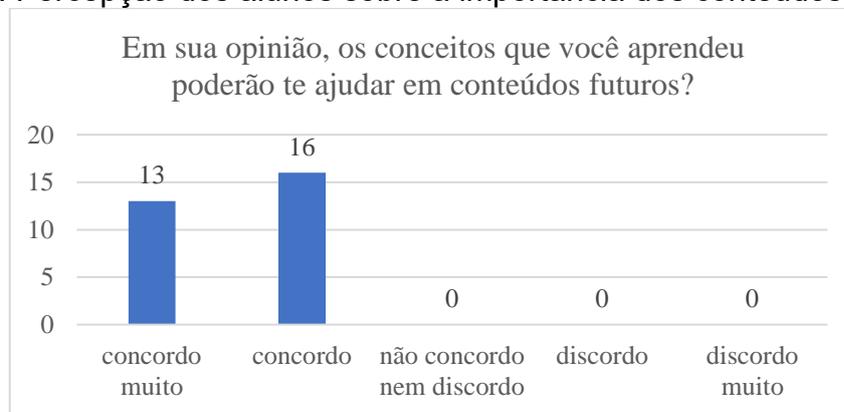
**Gráfico 1:** Determinação do quanto os alunos gostaram da atividade proposta.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Sobre o conteúdo e a atividade da folha, os alunos indicaram que gostaram muito ou gostaram (Gráfico 1), apenas um aluno indicou ser indiferente. Vale salientar que os alunos tinham à disposição o QR Code da aula e puderam consultar os *slides*. Além disso, o momento de resolução dos exercícios foi algo bem descontraído com partilha de ideias. Já quanto à expectativa dos conceitos apresentados serem relevantes no futuro, os alunos fizeram avaliações bastante positivas (Gráfico 2), indicando que concordam muito ou concordam sobre a relevância do que foi visto para ajudar na compreensão de outros conteúdos futuros.

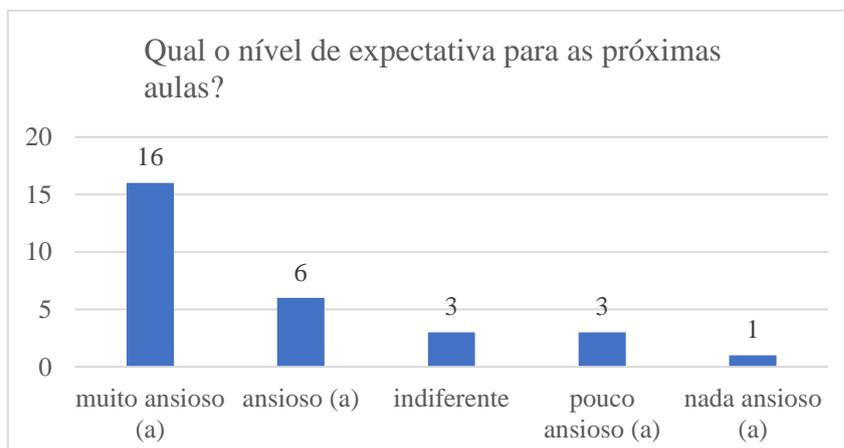
**Gráfico 2:** Percepção dos alunos sobre a importância dos conteúdos estudados.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Apesar da abordagem da aula dialogada ser comum nessa turma, houve uma grande expectativa por se tratar de um trabalho acadêmico e também, porque nesse momento, eles já sabiam que teríamos aulas fora da sala, em outro espaço e com dinâmicas diferenciadas, utilizando Metodologias Ativas e TIC (Gráfico 3).

**Gráfico 3:** Expectativa dos alunos para as próximas aulas.



**Fonte:** Elaborado pela autora (2023).

A aula seguinte também foi em sala e seguindo o modelo de aula expositiva dialogada, apresentando o conceito de máquinas simples e exemplificando-as de forma superficial. Muitas contribuições foram dadas pelos alunos sobre situações nas quais podemos observar o uso de máquinas simples em nosso cotidiano.

Quando falamos das máquinas simples na história tivemos ricas reflexões, pois quando comparamos o que temos na atualidade, podemos tanto refletir sobre como vivemos em um tempo tecnológico e com máquinas complexas que facilitam nossa vida em diversos aspectos, como o quanto os nossos antepassados contribuíram para que tivéssemos o que temos atualmente e todos os desafios que eles precisaram superar. Buscamos não adentrar na operacionalidade das máquinas simples no contexto histórico, apenas exploramos a grandiosidade de algumas obras para despertar a curiosidade dos alunos para a primeira rotação por estações.

Ao final dessa aula, solicitamos a divisão dos grupos com 6 a 7 integrantes, que totalizassem os 34 alunos da sala. Foi solicitado também que eles escolhessem nomes regionais para seus grupos, sendo os nomes escolhidos: Cactinhos, Flor de Mandacaru, Asa Branca, Welcome To The Mato e Cuscuz. Os alunos (com exceção do grupo Flor de Mandacaru, composto em sua maioria de alunos faltosos naquele dia), dividiram-se por afinidade. A segunda opção de divisão acordada com a turma seria por cores, com entrega de quadrados coloridos de forma aleatória, tendo eles optado pela primeira.

Apresentaremos, a seguir, o procedimento realizado nos encontros para a rotação por estações. Cada questionário está disponível nos anexos, os *cards* e demais materiais no produto educacional.

### **Primeira etapa de rotação por estações**

No dia da primeira rotação houve 2 alunos faltosos, então, a divisão ficou a seguinte: grupo 1 - “Cactinhos” (7 alunos); grupo 2 - “Flor de Mandacaru” (6 alunos); grupo 3 - “Asa Branca” (6 alunos); grupo 4 - “Welcome to the mato” (7 alunos); e grupo 5 - “Cuscuz” (6 alunos).

A sala foi organizada antes da entrada dos alunos e todo o material disponibilizado sobre as bancadas (Figura 41), como os *cards* que apresentavam a estação, o questionário e os materiais específicos. Optamos por imprimir mais de um questionário (em média três por grupo) para facilitar que os demais pudessem acompanhar a leitura e a resolução das atividades. Essa configuração utilizando os *cards*, além de ficar visualmente muito bonita, serviu para colocar os QR Code de acesso aos vídeos, textos e instrutivos referentes à estação. Optamos por imprimir os *cards* em papel 180g/m<sup>2</sup> por serem mais resistentes na manipulação e, se bem conservados, podem ser utilizados em outras aulas. Mantivemos esse mesmo modelo nas duas rotações seguintes, a única exceção foi para a mesa de materiais, que ficou à parte, para a construção da catapulta e do carrinho, visando assim que todos compartilhassem os materiais e para garantir um cuidado a mais na manipulação da cola quente.

**Figura 41:** Espaço para a realização das rotações.



**Fonte:** Arquivo pessoal da autora (2023).

Antes de iniciar a estação, e já com os alunos na sala *Maker*, apresentamos brevemente como seria a dinâmica, os procedimentos que deveriam ser seguidos e como cada grupo responderia ao questionário, que era composto com perguntas das cinco estações divididas em blocos para que, em qualquer ordem que a rotação fosse iniciada, ao final, todas as perguntas estariam respondidas. Para o desenvolvimento das ações propostas na estação, cada equipe teve cerca de doze minutos para concluir, ficando os três minutos finais para organizar a estação para o grupo seguinte. Isso é importante, pois o professor não tem tempo para arrumar os itens nas cinco estações e gera nos alunos um senso de responsabilidade. Os horários de finalização,

organização e troca foram colocados no quadro e, de tempo em tempo, eles eram avisados sobre os minutos restantes.

Essa etapa foi aplicada na semana seguinte das aulas 1 e 2, apresentadas no tópico anterior. Por essa razão, buscamos uma abordagem que valorizasse as máquinas simples e sua importância no contexto histórico.

Trataremos aqui dos resultados dos questionários e da percepção da professora proponente da pesquisa durante a aplicação.

Na primeira estação, os alunos foram orientados a utilizar o computador, ou, pelo QR Code, assistir no celular, um vídeo no Youtube que explicava algumas teorias sobre a construção de Stonehenge. Uma primeira dificuldade, que já era prevista, seria o sistema de som que permitisse que todos os alunos conseguissem ouvir, pois as outras estações estavam com os alunos interagindo e com barulho considerável (Figura 42 - A).

Solicitamos, então, que os alunos fossem para a sala de informática (Figura 42 - B) e, a cada rotação, eles se dirigissem para o espaço que ficava ao lado. Um dos pontos positivos é que não havia interferência de ruídos, entretanto, parte do processo acaba não sendo possível de ser acompanhado. Quanto às respostas dos questionários, os grupos conseguiram extrair do vídeo as explicações para as teorias relacionadas à construção do monumento, tendo três grupos (Welcome To The Mato, Flor de Mandacaru e Cactinhos) conseguido relacionar corretamente a presença de máquinas simples, como alavancas e rampas, que podem ter sido utilizadas para a sua construção.

**Figura 42:** Primeira estação ainda na sala *Maker* – grupo Flor de Mandacaru (A); e na sala de informática – grupo Asa Branca (B).



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023).

A estação 2 trazia um texto da BBC sobre as rodas e seu processo de invenção. As perguntas do questionário buscavam uma interpretação do texto, uma retomada ao conceito de roda e eixo da aula teórica e a uma reflexão sobre a importância das rodas em nossas vidas.

Para a primeira pergunta, 3 grupos conseguiram alcançar corretamente a ideia central de que a roda supostamente demorou a ser inventada por não haver outros objetos similares na natureza, e porque os nossos antepassados eram motivados a observar o mundo a sua volta para desenvolver suas invenções.

Na segunda pergunta, todos os grupos conseguiram compreender que, para que uma roda gire livremente, ela deve estar em perfeito ajuste com o eixo. Destacamos a resposta do grupo Cuscuz: *“O eixo tem que ter o encaixe perfeito, pois se estivesse muito frouxo, as rodas cambaleariam, por outro lado, se estivesse muito apertado as rodas não se movimentariam”*.

A terceira pergunta trouxe a reflexão sobre a importância da roda, três coisas que não teríamos se as rodas não existissem e como isso afetaria as nossas vidas. Destacamos a resposta do grupo Flor de Mandacaru, que observou a sua necessidade para a geração de energia: *“sem a roda não conseguiríamos com facilidades locomover objetos ou pessoas. Veículos – engrenagens – formas de gerar energia a partir da hidrelétricas e etc. (não teríamos energia) (SIC)”*.

Na estação 3 foram utilizados dois diferentes recursos para tratar sobre as teorias para a construção das pirâmides: dois textos e um vídeo no *TikTok*. Por serem vídeos curtos, atualmente, essa plataforma é bastante utilizada pelos estudantes. Neste momento, salientamos a importância de saber observar boas fontes para estudo. Os alunos, por meio do questionário, precisavam observar a função das pirâmides, como tumbas para pessoas importantes, o motivo do formato, a segurança para a sua construção, a tecnologia que dispunham na época e quais máquinas simples poderiam estar envolvidas no transporte dos enormes blocos de rocha. As três perguntas foram corretamente respondidas pelos cinco grupos.

Nas quarta e quinta estações, os alunos foram desafiados a construir catapultas e carrinhos em uma proposta *maker*, utilizando os vídeos disponíveis nos *card* das mesas, outros vídeos que achassem convenientes, ou ainda, partindo da observação dos itens prontos disponibilizados sobre as bancadas (Figura 43).

**Figura 43:** Estações de construção dos carrinhos e das catapultas.

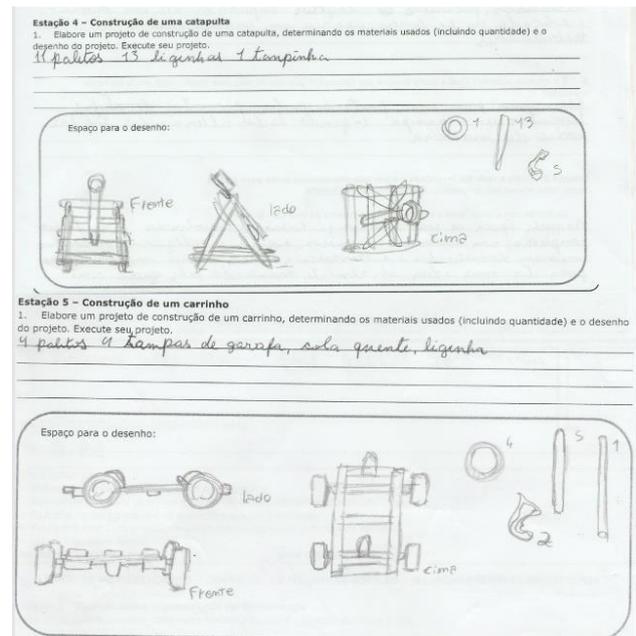


**Fonte:** Arquivo pessoal da autora (2023).

Antes disso, uma análise dos materiais (Figura 44) e um desenho do projeto deveriam ser elaborados no questionário (Figura 45). Por último, os alunos precisavam relatar os problemas para a execução do projeto. Nesse processo, o professor precisa estar atento às situações para agir como mediador.

**Figura 44:** Análise de materiais - grupo Asa Branca.

**Figura 45:** Projetos de construção da catapultas e do carrinho - grupo Cactinhos.



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023).

É interessante deixar que, nos primeiros minutos, os alunos tentem construir suas próprias soluções. Isso fortalece a autoconfiança no seu processo de aprendizagem, e também, com o grupo, uma vez que precisam socializar propostas que resolvam os problemas encontrados. Caso não haja um consenso, o professor faz interferências que permitam ao discente alcançar essa conclusão.

Essa etapa requer bastante cuidado, pois a maioria dos professores que atuam em uma proposta tradicional tendem a dar a resposta. Como mediador em uma proposta ativa, esse professor precisa orientar o aluno para que ele seja protagonista em seu processo de aprendizagem e capaz de elaborar conclusões que solucionem seu problema.

Destacamos um momento que ocorreu na confecção, durante a colocação da roda do carrinho pela equipe Flor de Mandacaru. Inicialmente os alunos iam colocar o eixo diretamente na carcaça do carrinho, sem utilizar os canudinhos. Uma intervenção para que os alunos observassem e criticassem o projeto antes da montagem foi realizada, neste momento, os alunos buscaram os exemplares prontos e, após uma análise minuciosa, chegaram à conclusão de que sem o canudo a roda não giraria livremente. Comprovamos dessa forma, que a construção com as próprias mãos pode trazer grandes benefícios associados à resolução de problemas (Silva, 2020).

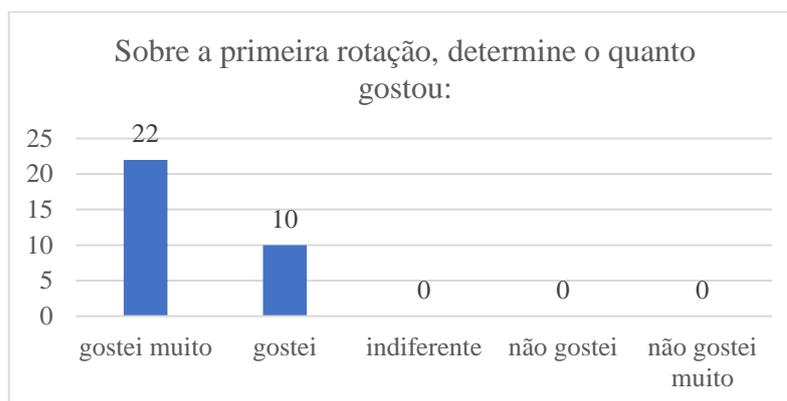
Após a confecção dos carrinhos, os alunos precisavam colocá-los para correr e se depararam com outro problema: a falta de atrito nas rodas. Mais uma vez, eles foram convidados a observar os carrinhos prontos disponíveis na mesa e a analisar que o elástico presente na roda de tração tinha uma função de aumentar o atrito. Outras soluções foram desenvolvidas pelas equipes, entre elas, aumentar o peso na carroceria. Outra dificuldade comum a todas as equipes foi a construção da catapulta, pois todos os grupos escolheram a mais elaborada, mas não conseguiam colocar os elásticos (ligas) corretamente. De forma que quatro das cinco equipes mencionaram essa dificuldade em seus relatórios.

Essas análises são importantes, uma vez que naturalmente encontramos dificuldades em nossas tarefas cotidianas e precisamos nos concentrar para encontrar soluções viáveis e saber lidar com as frustrações que ocorrem com o insucesso. Esse momento desafiador foi um dos mais ricos das três rotações, inclusive, pela própria avaliação dos alunos sobre a dinâmica.

Para Bacich e Moran, a aprendizagem *maker* é um exemplo atual de uma aprendizagem ativa, personalizada e compartilhada, em espaços onde estudantes e professores aprendem vivenciando situações concretas, permitindo o estímulo da criatividade e a percepção de que todos podem evoluir como pesquisadores, descobridores, realizadores, assumindo riscos, compartilhando conhecimento e descobrindo potenciais (Bacich; Moran, 2018).

Após o momento das rotações, os alunos foram convidados a avaliar a rotação por estações (Apêndice B) com três perguntas: sobre o quanto gostou, sobre a importância dos conceitos da aula em conteúdos futuros e sobre qual estação havia despertado maior interesse. Os resultados são observados nos gráficos a seguir.

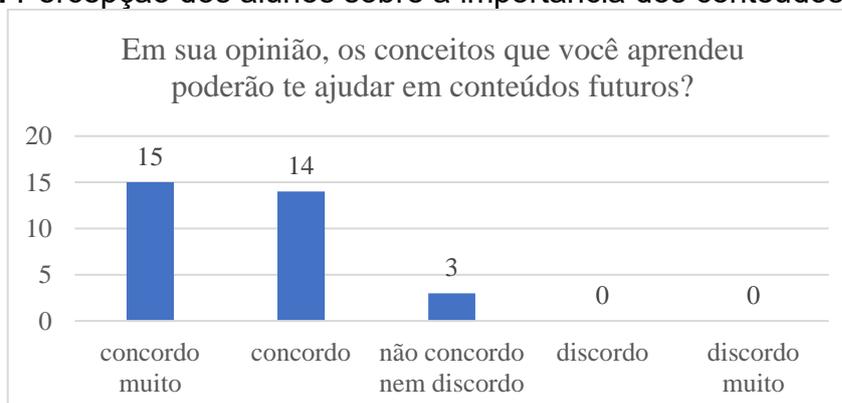
**Gráfico 4:** Identificação do nível de aceitação da aula.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Observamos, pela análise das avaliações (Gráfico 4), que mais da metade dos alunos indicaram que gostaram muito, e dez alunos que gostaram, sendo essas duas opções positivas. Foi perceptível durante o diálogo que antecipou o momento avaliativo que os alunos estavam bastante satisfeitos com a aula. Dentro das falas dos alunos, podemos destacar algumas considerações, como a preferência por aulas fora da sala, já que tinham sido muito desafiadoras e divertidas, um maior nível de aprendizado em comparação com as aulas teóricas e o interesse por mais momentos semelhantes.

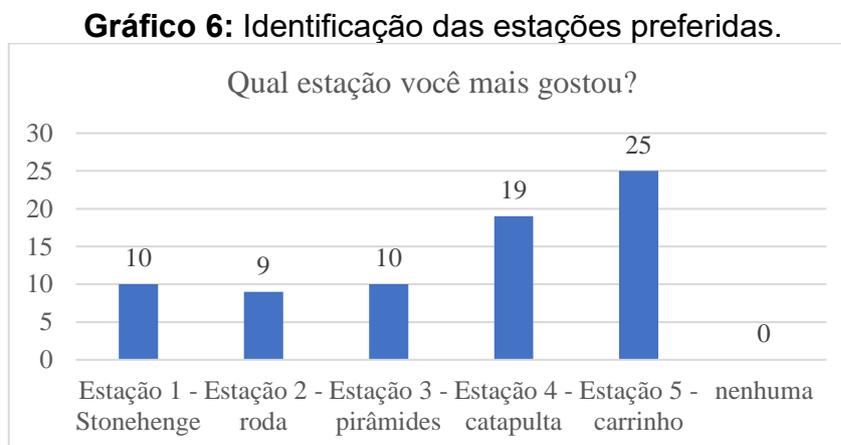
**Gráfico 5:** Percepção dos alunos sobre a importância dos conteúdos estudados.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Outro ponto positivo é que eles continuaram concordando que esses conceitos podem ajudar em conteúdos futuros (Gráfico 5), como observado no Gráfico 2. Entendemos que é importante que os alunos estabeleçam esse *link* entre o que está sendo ensinado e como esse conteúdo pode auxiliar na compreensão do mesmo, ou de outro objeto de conhecimento, para que ele tenha significado e não seja apenas uma aula divertida, porém infrutífera.

A terceira pergunta era sobre quais foram as estações preferidas nessa rotação. Possibilitamos até três respostas (Gráfico 6):



**Fonte:** Elaborado pela autora (2023).

Como já afirmado anteriormente, a construção do carrinho foi a que mais recebeu indicações, sendo seguida pela construção da catapulta. Isso mostra como as propostas de “mão na massa” são encantadoras em qualquer contexto. Uma observação particular é que, como o tempo para a execução de cada estação ficou em torno de 15 minutos, a viabilidade para explorar outras possibilidades fica bem reduzida.

Essa é uma proposta que pode ser adotada para uma aula inteira. Posteriormente, é interessante propor um desafio de corrida com os carrinhos ou lançamento com as catapultas buscando, por exemplo, outras estratégias que melhorem a performance dos exemplares com base nos conceitos das aulas teóricas.

Após essa aula, tivemos mais dois encontros teóricos no qual trabalhamos os conceitos de alavancas e roda eixo com mais profundidade. Nesse momento, trouxemos novamente a catapulta e os carrinhos para analisar os conceitos apresentados e reforçar alguns pontos da aula prática, agora com um pouco mais de base nos conceitos teóricos. Os próprios alunos encaixavam em suas observações as análises de pontos que foram notados durante a montagem dos objetos com as explicações teóricas que eram elucidadas.

### **Segunda etapa de rotação por estações**

Seguindo ainda a divisão de grupos da rotação anterior, com 6 a 7 integrantes, totalizando os 34 alunos da sala, dividimos o espaço com as cinco estações e disponibilizamos sobre as mesas e bancadas os materiais, maquetes, *cards* e questionários. Nesse dia, assim como na primeira estação, também tivemos 2 alunos faltosos (Figura 46).

**Figura 46:** Organização da sala para a rotação.



**Fonte:** Arquivo pessoal da autora (2023).

Como essa rotação exigiria que dois grupos permanecessem na informática para as etapas de simuladores, a escola disponibilizou um colaborador para ajudar a manter a organização nos momentos que a professora precisasse estar auxiliando na outra sala. Esse foi um ponto que já gerava uma certa preocupação, pois realizar a rotação em turmas numerosas e com um tempo relativamente restrito exige do professor um cuidado duplo: tanto para que os integrantes do grupo tenham espaço e participem, quanto para alinhar uma tarefa dentro de um tempo possível.

Nesse dia, nosso planejamento inicial era que duas aulas de 50 minutos seriam suficientes, mas logo no início percebemos que a complexidade das dinâmicas exigiria mais um tempo de 50 minutos para sua execução. Dessa forma, solicitamos ao professor da aula seguinte a possibilidade de ceder um tempo de 50 minutos extras, que foi atendido prontamente.

Assim como na rotação anterior, estando os alunos em suas bancadas, ouviram as instruções de cada estação e o tempo de 15 minutos (que posteriormente foi estendido para 25 min) foi iniciado para que cada grupo realizasse as tarefas.

A primeira estação, denominada “classificando os tipos de alavancas”, contava com imagens de quinze objetos no questionário, sendo alguns desses objetos também disponibilizados sobre a bancada para que os alunos pudessem identificar o local do Ponto de Apoio (PA), onde seria aplicada a Força Resistente (FR) e a Força Potente (FP), além de classificar o tipo de alavanca em inter-resistente, interpotente ou interfixa.

Os alunos tiveram 25 minutos para identificar as quatro informações em cada figura. Deixamos, então, mais de um questionário por estação para que vários alunos pudessem fazer simultaneamente a leitura e a resolução, só prestando atenção para, ao final, condensar os resultados em um único formulário.

Outra estratégia observada nas equipes, em alguns casos, consistia no fato de que um aluno se responsabilizava pela anotação das respostas que os demais produziam simultaneamente. As estratégias desenvolvidas por eles não passaram por interferências da professora, incentivando assim a autonomia e a tomada de decisões para a resolução dos problemas da forma mais conveniente que eles identificassem.

Em linhas gerais, os alunos tiveram pouca dificuldade para identificar PA, FR e FP, mas tiveram muita dúvida para determinar o tipo de alavanca. O melhor resultado dessa rodada ficou para os grupos Flor de Mandacaru e Welcome to the mato, que completaram, sem erros, 7 itens, acertando ainda a maioria das informações dos demais objetos. Dos itens com maior facilidade de identificação estavam: a pinça, o pegador de gelo e a tesoura.

Já os objetos que os alunos tiveram mais dificuldades para identificar foram: a articulação do pé, o martelo e o abridor de garrafas. As equipes Cactinhos e Cuscuz não conseguiram finalizar a atividade. A equipe Asa Branca não colocou o tipo de alavanca em nenhum dos itens.

É importante observar que no enunciado foram solicitadas as quatro informações (tipo de alavanca, PA, FR e FP), e no *card*, o QR Code direcionava ao *slide* sobre alavancas, onde todas as informações estavam disponíveis. Essa é uma observação sobre o nível de distração dos alunos no que se refere à leitura do enunciado e das instruções.

Na segunda estação, os alunos utilizaram a balança de braços iguais para identificar as massas secretas de cubos coloridos. Essa foi a estação que mais causou interesse, justamente por ser um objeto diferente e pelos elementos coloridos da bancada. Os alunos foram orientados ainda a realizar a leitura de um pequeno recorte adaptado do livro de Assis (2008) sobre balanças de braços iguais, que informava sobre sua função, partes, funcionamento e os primeiros registros de balanças que se têm conhecimento na história.

Essa estação foi bastante produtiva no quesito de atenção e cooperação entre os alunos (Figura 47). Nela, era necessário fazer a identificação da massa de sete cubos coloridos, utilizando os cilindros com massa identificada, até atingir o equilíbrio. Ao todo, sete cubos com massas entre 50 e 150 gramas foram confeccionados e os valores de suas massas era de conhecimento apenas da professora.

**Figura 47:** Estação “Descubra a minha massa - uso da balança de braços iguais” – Grupo Cuscuz.



**Fonte:** Arquivo pessoal da autora (2023).

Ao analisar os questionários, identificamos em dois grupos um pequeno desvio de 10 gramas nos cubos de 150 gramas, visto que eles indicaram que o cubo pesava 140 gramas. Esse desvio era esperado, pois não se tratava de uma balança de precisão e até a posição dos pesos fora do centro de gravidade poderia causar uma pequena diferença. Outros dois grupos indicaram, provavelmente por erro de contagem, em cubos de 100 gramas, que eles pesavam 70 gramas. Assim, quatro grupos tiveram um único erro da identificação das massas e um grupo acertou todas as massas dos cubos.

Dessa forma, consideramos que todos os grupos alcançaram resultados satisfatórios, o que demonstrou que os integrantes foram capazes de compreender o funcionamento de uma balança e os conceitos relacionados a seu equilíbrio. No questionário, destacamos as respostas dos grupos Cuscuz: *“Conseguimos compreender que a dinâmica nos ensina a entender mais sobre o equilíbrio entre duas ou mais massas”*, sendo importante ressaltar que essa compreensão fazia parte do objetivo da estação. Já a equipe Cactinhos indicou que, partindo de uma proposta *maker*, com objetos que muitas vezes temos em casa ou que são de fácil acesso, podemos desenvolver propostas que são úteis para estudar e favorecem a compreensão do conteúdo. De acordo com o grupo, *“Foi possível compreender que é possível fazer uma balança de madeira em casa para objetos com menos de 1kg e é bom para estudar”*.

Alguns grupos concluíram antes do tempo e utilizaram a balança para pesar outros objetos, como relógios, canetas, marcadores de texto, celulares, ou ainda, realizar combinações com diversos cubos. Isso mostrou como a balança foi um objeto que gerou curiosidade nos alunos e os motivou na manipulação de forma criativa e experimental.

A estação três ocorreu na sala de informática (Figura 48) com o uso do simulador PhET balançando. Ainda na bancada da sala *Maker*, os alunos recebiam uma folha individual para inserir os resultados de pontuação, posteriormente, esses resultados deveriam ser condensados no questionário. Solicitamos, ainda, que um aluno ficasse responsável por realizar a leitura em voz alta com as instruções do *card* para os demais alunos.

**Figura 48:** Uso do simulador PhET balançando.



**Fonte:** Arquivo pessoal da autora (2023).

Nessa estação, é importante destacar que houve uma confusão por parte de alguns alunos sobre como quantificar a pontuação, alguns marcaram o número de estrelas, outros o número de questões certas e tiveram ainda os que colocaram a pontuação conforme aparece no jogo, que era nossa intenção, como observamos na Figura 49.

**Figura 49:** Sistema de pontuação simulador PhET balançando.



**Fonte:** Arquivo pessoal da autora (2023).

Isso não nos impediu de realizar o cálculo, apenas nos tomou um pouco mais de tempo, e após uma análise minuciosa das informações dos formulários individuais, e das possibilidades de pontuação do próprio simulador, pôde-se concluir que poucos alunos tiveram dificuldades na resolução das propostas.

Em cada nível, a pontuação máxima seria de 12 pontos, totalizando 48 ao final dos quatro níveis. Somente 9 alunos alcançaram menos da metade dos pontos. Outros 14 alunos conseguiram obter pontuações acima de 30 pontos, demonstrando absorver bem a estratégia do jogo e compreender o funcionamento da gangorra. A pontuação total dos alunos pode ser observada no Quadro 6. Uma observação é que uma das informações contidas no *card* era a fórmula de equilíbrio da gangorra, o que ajudou para que os alunos associassem o jogo ao que foi visto na aula teórica.

**Quadro 6:** Quadro de pontuação do simulador PhET balançando.

Grupo	Aluno	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Total	Total do grupo
	1 - J	8	5	4	6	23	256
	2 - C	8	8	10	7	33	

Welcome To The Mato	3 - MC	12	9	9	7	37	
	4 - L	11	12	10	11	44	
	5 - B	10	11	12	10	43	
	6 - E	8	12	12	10	42	
	7 = L	9	7	8	10	34	
Flor de Mandacaru	1 - M	12	11	10	5	38	158
	2 - A	7	10	6	3	26	
	3 - I	10	9	5	6	30	
	4 - T	9	6	6	*	21	
	5 - V	8	6	4	3	21	
	6 - R	5	7	5	5	22	
Asa Branca	1 - L	8	8	4	6	26	147
	2 - P	9	12	12	8	41	
	3 - R	12	7	8	4	31	
	4 - F	9	5	5	8	27	
	5 - N	6	5	7	4	22	
Cuscuz	1 - AV	6	9	6	*	21	182
	2 - M	10	8	6	8	32	
	3 - MC	10	10	4	6	30	
	4 - MA	9	3	2	3	17	
	5 - L	6	5	8	4	23	
	6 - E	10	5	8	6	29	
	7 - A	10	10	4	6	30	
Cactinhos	1 - D	7	2	8	4	21	176
	2 - E	6	6	8	6	26	
	3 - M	11	6	3	7	27	
	4 - A	8	8	6	4	26	
	5 - MH	12	12	12	12	48	
	6 - I	6	8	8	6	28	
Total por nível		272	242	220	185		

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Assim como no trabalho de Lavor e Oliveira (2022), observamos que a pontuação foi decrescente em relação aos níveis. Isso provavelmente ocorre em virtude da complexidade que aumenta em cada nível.

A incorporação dos simuladores virtuais como recursos didáticos no ensino de Física não apenas contribui significativamente para a aprendizagem dos alunos, mas também oferece uma atividade envolvente com características de jogo, incentivando a participação ativa por meio de um sistema de pontos. Além disso, ao fornecer feedback após duas tentativas, o simulador permite que os alunos compreendam onde podem ter ocorrências equívocas, facilitando a identificação das áreas que precisam

de melhoria. Essa função devolutiva é valiosa, proporcionando uma experiência interativa e informativa que auxilia os estudantes a consolidarem seu entendimento do conteúdo de maneira mais eficaz (Duarte, 2021).

A quarta estação, intitulada “Montando uma Alavanca”, foi baseada em uma proposta de atividade encontrada em dois dos nove livros do PNLD analisados, com pequenas diferenças entre eles. Nós também fizemos pequenos ajustes para adequar a atividade aos objetivos que tínhamos para a estação, acrescentando os cubos com massas definidas e formulando perguntas nas quais os alunos precisariam identificar, partindo das massas fornecidas, a distância que elas deveriam ser posicionadas em um dos braços da alavanca para atingir o equilíbrio. Na figura 50, é possível observar o modelo que foi inserido no questionário, com intuito de auxiliar os alunos na resolução da questão.

**Figura 50:** Questão nº 1 da estação 4. As demais seguem o mesmo raciocínio, mudando apenas os valores de massa e distância.

**Estação 4 – Montando uma alavanca**

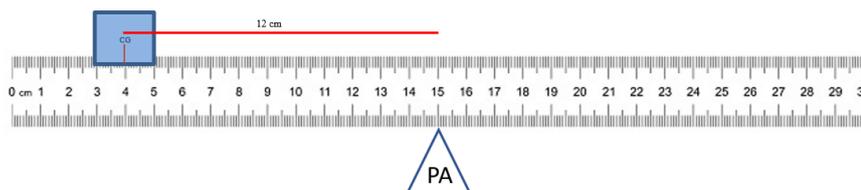
Siga as orientações de montagem da alavanca no card, depois inicie a dinâmica.

1. Com os cubos de medida, identifique a distância para que a gangorra fique em equilíbrio (utilize a régua abaixo para esquematizar e não esqueça de colocar a medida da régua no centro de gravidade (CG) do cubo):

Referências: lado esquerdo = Braço de Resistência (BR) / lado direito = Braço de Potência (BP) / Ponto de apoio (PA) / Distância entre  $\leftarrow \rightarrow$ .

a)  $BR = 20g \leftarrow \rightarrow 12 \text{ cm PA}$ .

$BP = 30g \leftarrow \rightarrow \text{_____ cm PA}$ .



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Essa estação contava com um procedimento no *card* para realizar a montagem da alavanca. No entanto, um desafio inicial enfrentado pelos alunos consistia em como remover a alça dos cliques. Propositalmente, permitimos que eles buscassem soluções por conta própria, intervindo apenas quando uma solução satisfatória não era encontrada ou quando eles solicitavam ajuda.

Ao analisar as respostas fornecidas pelos questionários, percebemos que houve uma considerável divergência entre os grupos na tabulação dos dados, apesar

das instruções iniciais fornecidas no *card* e no próprio questionário. Alguns grupos compreenderam que a distância deveria ser calculada em cada braço partindo do ponto de apoio, outros grupos registraram os valores indicados pela régua no momento que atingia o equilíbrio. Tiveram ainda divergências do ponto inicial da medição (antes do bloco, depois do bloco e no centro do bloco). Nenhum grupo conseguiu relacionar essa atividade com a fórmula do equilíbrio da alavanca ( $F_p \cdot d_p = F_R \cdot d_R$ ), nem fizeram uso das réguas desenhadas no questionário, como solicitado no enunciado e sugerido na primeira questão.

Todos os grupos alcançaram o equilíbrio movimentando os pesos e anotando as distâncias obtidas (Figura 51) e esse resultado foi percebido tanto pela observação durante a atividade, como pelos cálculos que realizamos posteriormente ao analisar as respostas fornecidas no questionário.

**Figura 51:** Instruções da professora para o grupo Cuscuz (A); momentos de grande interação entre integrantes do grupo Asa Branca (B); e Flor de Mandacaru (C).



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023).

Essa era uma estação que, quando foi desenvolvida, acreditamos que haveria pouco engajamento, mas surpreendentemente, os alunos se motivaram bastante em sua montagem e na resolução da atividade. Destacamos aqui as considerações do grupo Cactinhos, que sintetizou nosso objetivo na estação. Quando questionados, após todas as questões realizadas se, com base nos valores obtidos, era possível

estabelecer alguma relação para o equilíbrio da alavanca, eles responderam que: “*sim os pesos não necessariamente precisam ter a mesma massa para se equilibrar*”.

É certo que nossa intenção era que os alunos conseguissem associar a fórmula do equilíbrio da alavanca com a proposta da rotação sem serem induzidos a isso. Dessa forma, percebemos que eles ainda não tinham transformado a ação manipulativa em uma ação intelectual e, por isso, não perceberam a possibilidade de usar a Matemática. Essa associação teria auxiliado na resolução da atividade e também poderia ter otimizado o tempo necessário para sua conclusão. No entanto, é válido destacar que, mesmo que os alunos não tenham feito essa associação, eles conseguiram concluir satisfatoriamente a estação. O importante é que eles puderam experimentar e explorar os conceitos de alavancas na prática, além de desenvolver habilidades de medição e análise de dados. Essa prática certamente contribuiu para o entendimento do funcionamento das alavancas, mesmo que a associação com a fórmula não tenha sido realizada de imediato.

Na última estação, os alunos utilizaram o simulador Vascak – Princípio das alavancas. Ainda na primeira rotação, foi identificada a necessidade de tempo extra, pois um erro no simulador gerou pelo menos 10 minutos de prejuízo de tempo para a primeira equipe. Em todos os computadores de mesa surgiu uma faixa vermelha (Figura 52) que impedia a manipulação dos pesos. Esse problema não foi identificado no notebook, mas depois de algum tempo percebemos que ajustes de zoom tanto no simulador como na tela resolviam a situação. Vale destacar que a solução foi desenvolvida pelos próprios alunos. Isso reforça a fala de Prensky (2008) sobre o papel do professor como mediador do processo educacional, não existindo uma obrigatoriedade do domínio pleno do recurso tecnológico. Prensky também aborda sobre a grande quantidade de ferramentas eficazes disponíveis para os estudantes, e que “embora o professor possa e deva ser um guia, a maioria dessas ferramentas é melhor utilizada pelos alunos, não pelos professores” (tradução nossa).

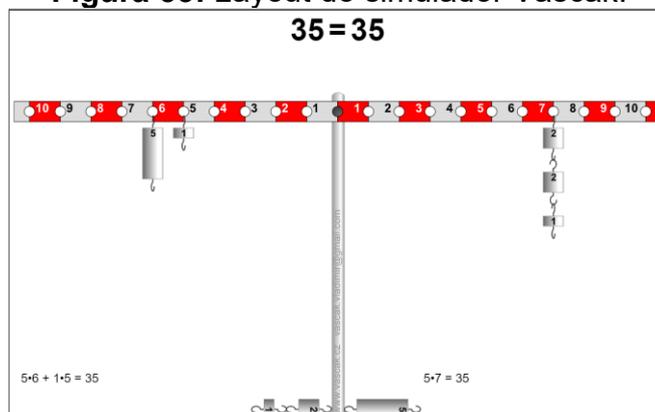
**Figura 52:** Alunos da equipe Cuscuz realizando o simulador Phet (a frente) e Vascak - Princípio das alavancas (segunda e terceira fileira). Detalhe para a faixa vermelha que impedia o movimento dos pesos.



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023).

Para essa estação, os alunos receberam uma série de equações em uma folha individual, na qual deveriam elaborar uma equação diferente da apresentada, que promovesse o equilíbrio da alavanca, como vemos na Figura 53, onde a equação da esquerda é  $5 \times 6 + 1 \times 5 = 35$ , já a equação da direita é  $5 \times 7 = 35$ , sendo as equações diferentes com o mesmo resultado e que promovem o equilíbrio da balança. Posteriormente, os alunos deveriam sintetizar as respostas do grupo no questionário. Nosso objetivo aqui era reforçar a ideia que pesos diferentes colocados em variadas distâncias também promovem equilíbrio. Uma observação é que essa etapa de condensação poderia ter sido dispensada, pois além do tempo ser insuficiente, a folha individual já serviu para analisar o que foi compreendido pelos alunos. Um ponto bastante positivo do simulador é a simplicidade de uso e o *layout* bastante intuitivo (Figura 53). Rapidamente os alunos conseguiram perceber que, tanto por tentativa e erro, como por raciocínio matemático, era possível montar distintas configurações para responder a atividade.

**Figura 53:** Layout do simulador Vascak.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Quanto à análise mais profunda dessa estação, 20 alunos obtiveram 100% de acerto, com opções variadas de configuração para o equilíbrio do sistema. O primeiro grupo, que teve o problema inicial de não conseguir utilizar o simulador por conta da faixa vermelha que impedia a movimentação dos pesos, após compreendermos os ajustes para a resolução do problema, teve um ajuste do tempo, para igualmente, finalizar a estação. Entretanto, observamos que um dos integrantes demonstrou ter compreendido o sistema e explicado para os demais, gerando uma confusão que influenciou grande parte da equipe.

No grupo Welcome To The Mato, apenas 1 aluno acertou todas as equações. O grupo Cactinhos teve o segundo maior número de alunos com dificuldades, com 4 dos 6 integrantes acertando todas as equações. Já no grupo Flor de Mandacaru, um aluno PcD não finalizou a ficha devido à atividade exigir um conhecimento matemático mais avançado. Isso não gerou prejuízos, pois nossa intenção era a socialização do aluno com os colegas e com os materiais lúdicos. Dois outros alunos não finalizaram a atividade por motivos não identificados, embora tenham acertado a parte que fizeram.

Nos grupos Asa Branca e Cuscuz, todos os integrantes concluíram a atividade acertando todas as equações. Percebemos que, à medida que os grupos passam pelas estações, compreendem os desafios mais rapidamente. Cada atividade parecia complementar a outra, o que atribuíamos a menor dificuldade e ao tempo reduzido para resolver as perguntas do questionário quando as equipes trocavam de estação.

É muito positivo constatar que, ao final da estação, mesmo após três tempos de aula consecutivos, os alunos permaneceram empolgados e engajados. O fato de terem considerado a atividade como uma "aula legal", e que nem perceberam o tempo passar, é um indicativo de que a rotação por estações trouxe um dinamismo e uma proposta diferenciada para a sala de aula.

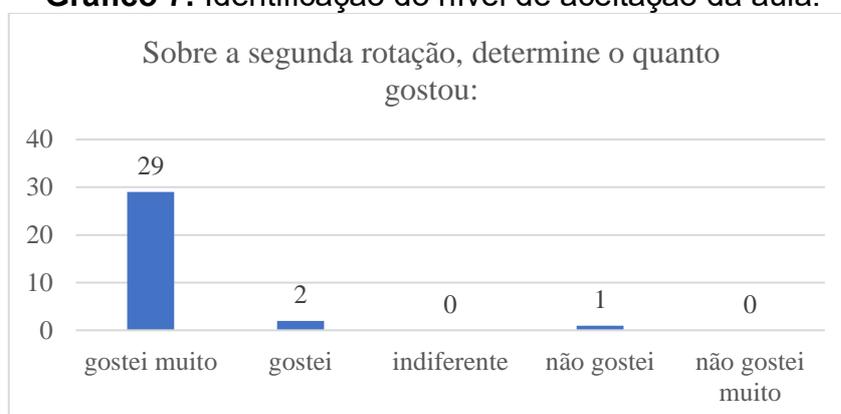
É importante destacar que a rotação por estações permite um envolvimento ativo dos alunos, pois eles estão constantemente envolvidos em atividades práticas e interativas. Além disso, o formato da rotação por estações impede que os alunos adiem a execução das atividades, mantendo-os focados e evitando momentos de

abstração. Isso é especialmente relevante para uma turma de 7º ano, na qual a manutenção da atenção e o combate ao cansaço podem ser um desafio.

Solicitamos, ao fim da última estação, que os alunos avaliassem a dinâmica (Apêndice C). As respostas obtidas são apresentadas nos gráficos a seguir.

Analisando sobre como os alunos avaliaram esse momento (Gráfico 7) e comparando-o com o primeiro, observamos que os alunos demonstraram muito mais empolgação na segunda rotação. As justificativas eram que essa última tinha mais ações para serem executadas e menos leituras e interpretações.

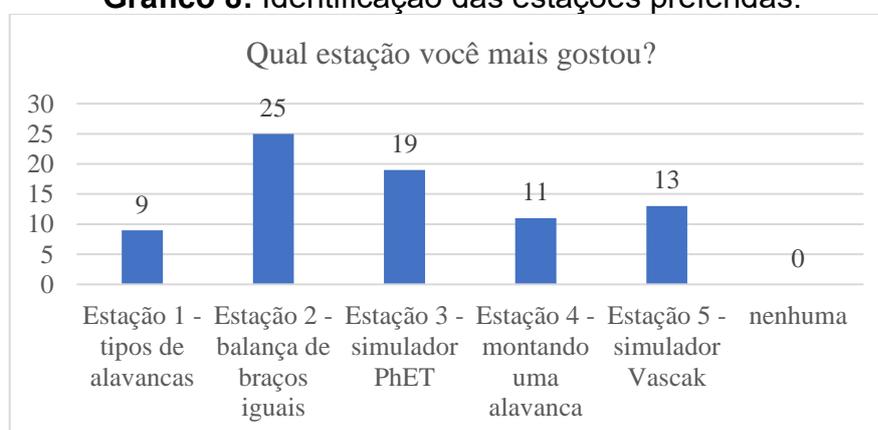
**Gráfico 7:** Identificação do nível de aceitação da aula.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

A percepção da importância dos conceitos dessa aula para conteúdos futuros manteve o mesmo padrão de respostas da estação anterior, com 16 alunos indicando que concordam muito, 14 concordam e 2 que não concordavam nem discordavam.

**Gráfico 8:** Identificação das estações preferidas.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Já a avaliação das estações, não só teve um número maior de estações marcadas, como a estação da balança foi a que mais agradou, seguida pelo simulador PhET (Gráfico 8).

### **Terceira etapa de rotação por estações**

Após o conteúdo teórico sobre polias, planos inclinados, cunhas e parafusos, realizamos a terceira e última rotação por estações. Diferente das duas estações anteriores, essa contou com quatro estações e os alunos do grupo Flor de Mandacaru foram distribuídos para os grupos Cuscuz (8), Cactinhos (7), Welcome To The Mato (8) e Asa Branca (8). Nesse dia, tivemos a ausência de 3 alunos.

Essa estratégia de distribuir os alunos em grupos maiores foi necessária, pois já prevíamos que a estação de polias fixas e sistema de polias demandaria um tempo maior para a sua execução. É importante lembrar que, em uma rotação por estações com tempo restrito, é necessário reduzir o número de estações para que se tenha mais tempo em cada uma delas. No entanto, isso implica em grupos maiores, o que pode trazer desafios adicionais, como dificuldades na socialização dos alunos ou a possibilidade de alguns alunos ficarem eventualmente ociosos.

Dessa forma, é fundamental encontrar um equilíbrio entre o tempo disponível e o número de estações para garantir um bom aproveitamento das atividades e a participação ativa de todos os alunos. A adaptação da estrutura da rotação por estações de acordo com as necessidades e limitações da turma é uma forma de garantir que os objetivos de aprendizagem sejam alcançados de maneira eficaz.

Assim como nas rotações anteriores, foi feita uma organização prévia da sala, distribuição dos materiais, questionários e recepção dos alunos. As instruções foram iniciadas, incluindo a divisão do tempo disponível, de aproximadamente 18 minutos para cada estação, com dois minutos adicionais para a organização da bancada antes da troca.

A primeira estação, chamada de "Parafuso de Arquimedes", consistiu em uma maquete que replicava o funcionamento dessa máquina simples desenvolvida por Arquimedes. Nessa estação, os alunos tiveram a oportunidade de avaliar de forma prática o funcionamento do parafuso de Arquimedes, utilizando bolinhas de gude.

A maquete permitiu que os alunos visualizassem e experimentassem como eram transportados os materiais de um plano inferior para um plano superior, utilizando o princípio da rosca helicoidal. A utilização das bolas de gude forneceu uma experiência tátil e interativa, permitindo que os alunos compreendessem o processo de transporte de materiais por meio desse mecanismo (Figura 54).

**Figura 54:** Estação parafuso de Arquimedes. Grupos Asa Branca e Cactinhos.



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023).

Essa abordagem prática e concreta ajuda os alunos a compreenderem o funcionamento do parafuso e a associarem a teoria à prática. Ao explorar a maquete e observar as bolas de gude se movimentando ao longo da rosca, os alunos puderam vivenciar e internalizar os conceitos relacionados a essa máquina simples de forma mais significativa.

Deixamos também, nessa estação, um notebook para os alunos utilizarem na realização de pesquisas. Esse recurso permitiu que os alunos buscassem informações adicionais para responder às perguntas do questionário relacionadas ao princípio de funcionamento do parafuso de Arquimedes, sua origem e função, a qual máquina simples o parafuso está associado, bem como exemplos de máquinas atuais que utilizam esse sistema e a função desempenhada por elas.

Ao fornecer o acesso à internet por meio do notebook, possibilitamos que os alunos explorassem fontes de informação e ampliassem seus repertórios de conhecimentos sobre o tema. Isso também estimulou a pesquisa e a busca ativa por respostas, incentivando os alunos a serem protagonistas em seu processo de aprendizagem.

Avaliando as respostas dos alunos, percebemos que todos os grupos compreenderam que se tratava de um instrumento composto por um parafuso cuja função era elevar água, tendo o grupo Cactinhos incluído a função de transporte de “*grãos, de um ponto mais baixo para um mais elevado*”. A origem não foi corretamente identificada pelos quatro grupos. Nessa questão, as pesquisas deveriam concluir que o parafuso de Arquimedes foi, na verdade, desenvolvido no Egito Antigo, tendo sido esta tecnologia introduzida na Grécia após uma visita de Arquimedes<sup>14</sup>.

Quanto à associação do parafuso a um plano inclinado, apenas os grupos Cuscuz e Asa Branca concluíram corretamente a questão. A pesquisa de outras funcionalidades atribuídas a essa máquina simples na atualidade identificou seu uso para “*transporte de ração animal, em dutos de máquinas adubadora e no transporte de grãos*” (grupo Cactinhos) e na “*perfuração de solo, brocas para furadeiras, silos com rosca [para transporte de grãos]*” (grupo Asa Branca). Os grupos Welcome To The Mato e Cuscuz deram exemplos de uso de rampas e parafusos em geral, sem fazer a referência esperada ao uso do parafuso de Arquimedes, como solicitado na questão.

Na segunda estação, chamada de "Polias Fixas e Sistema de Polias", os alunos foram desafiados a realizar diferentes montagens envolvendo polias. Essas montagens incluíram:

1. Modelo de Polia Fixa: Os alunos foram orientados a montar um modelo de polia fixa, no qual a polia está presa em um suporte e não se movimenta. Eles podiam explorar como a polia fixa permite a mudança da direção da força aplicada, mas não ofereciam nenhuma vantagem mecânica em termos de redução de força.
2. Modelo de Sistema de Polia com uma Polia Móvel: Os alunos, seguindo o enunciado do questionário, foram instruídos a montar um modelo de sistema de polia com uma polia móvel, em que a polia está livre para se locomover. Eles puderam observar como a polia móvel permite reduzir a força necessária para levantar um objeto, proporcionando uma vantagem mecânica.

---

<sup>14</sup> Texto disponível no sítio da UFRGS. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/amlef/2019/12/01/parafuso-de-arquimedes/#:~:text=Apesar%20de%20ser%20atribuida%20a,tr%C3%AAs%20s%C3%A9culos%20antes%20de%20Cristo> Acesso em 07/06/2023.

3. Modelo de Sistema de Polia com Três Polias Móveis: Os alunos montaram um modelo de sistema de polia com três polias móveis. Nesse modelo, eles puderam explorar como a combinação de polias móveis aumenta ainda mais a vantagem mecânica, reduzindo ainda mais a força necessária para levantar um objeto.

Essas montagens permitiram que os alunos visualizassem e experimentassem os diferentes tipos de polias e seus efeitos na redução da força necessária para realizar determinadas tarefas. Essa abordagem prática facilita a compreensão dos princípios de funcionamento das polias fixas e do sistema de polias, além de fornecer uma experiência concreta dos conceitos estudados em sala de aula (Figura 55).

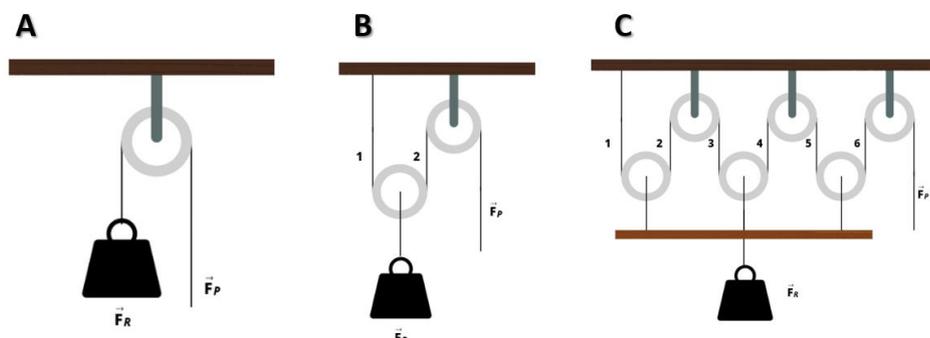
**Figura 55:** Alunos comemoram a montagem da maquete de polias e sistema de polias. Grupo Asa Branca.



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023).

As perguntas do questionário buscavam avaliar a compreensão dos alunos quanto à percepção da força utilizada para erguer o peso em cada uma das configurações (Figura 56), tanto sensorialmente, como comparando com a balança que tinha um papel de dinamômetro. Uma adaptação semelhante foi executada por Pich (2020) em sua dissertação, na qual o autor observa a necessidade de falar sobre as diferenças de massa e peso, solicitando que os alunos façam a conversão utilizando a fórmula  $P=mg$ . Nessa estação, o foco não era o cálculo dos valores, pois eles já haviam sido trabalhados na primeira aula, mas fizemos as devidas observações. Nosso objetivo aqui estava na compreensão do funcionamento das polias, como descrito anteriormente.

**Figura 56:** Atividade proposta aos alunos: montar o sistema nas três configurações: A - modelo de polia fixa; B - modelo de sistema de polia com uma polia móvel; C - modelo de sistema de polia com três polias móveis.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Ao analisarmos as respostas dos questionários, percebemos que para a primeira pergunta sobre mudança da força necessária para erguer o objeto, todos os grupos compreenderam que não, pois, por se tratar de uma polia fixa, não há mudança de esforço. Essa percepção sensorial foi comprovada ao utilizar a balança. Sobre o tamanho do cordão, nessa configuração de polia fixa, dois grupos responderam corretamente que a medida seria a mesma, tendo ambos utilizado o exemplo de 10cm de elevação do peso para 10cm de corda puxada.

Na segunda configuração, todos os grupos conseguiram perceber a mudança do esforço reduzindo-o pela metade. Algumas medições utilizando a balança foram imprecisas, mas foi o momento no qual explicamos outros fatores envolvidos que não permitiriam exatamente a metade, como o atrito entre a corda e a roldana e a elasticidade da corda, por exemplo. Apenas o grupo Cactinhos conseguiu concluir que a medida do cordão puxado seria o dobro da altura que o objeto foi erguido.

Alguns grupos não conseguiram iniciar a terceira configuração por conta do tempo e também pela demora em montar o sistema. Ao final, reservamos para esses grupos uma avaliação mais sucinta, na qual montamos as polias corretamente e solicitamos que os alunos manipulassem o sistema, apenas para confirmar o que foi exposto em aula teórica. Nessa etapa, o grupo Welcome To The Mato não finalizou a resolução das questões. Os demais grupos responderam corretamente que houve uma redução bem maior do esforço, confirmada com a balança. Quanto à quantidade de cordão, apenas o grupo Cactinhos conseguiu concluir que seria o triplo da medida.

Os três grupos concluíram na última pergunta que era mais fácil erguer o peso utilizando um sistema de polias móveis.

Compreendemos, após a realização da estação, que houve um número demasiado de questões para serem resolvidas em um tempo bastante curto, além do nível de abstração elevado para que os alunos do 7º ano conseguissem finalizar todas as etapas. Outros pontos dificultadores eram o tempo e a dificuldade para a montagem dos sistemas, além da explicação da montagem da maquete que pode ter ficado confusa em alguns momentos.

Em uma outra turma, na mesma escola e ano, realizamos uma versão reduzida das estações apenas de forma lúdica e aproveitamos para buscar desenvolver outras possibilidades, observando se uma versão mais concisa ajudaria os alunos na compreensão das funcionalidades das polias. Essa será a versão que deixaremos no produto, pois entendemos que é suficiente para o que se objetiva em uma proposta de rotação por estações. Entretanto, para uma aula estendida que trate apenas sobre o tema, podem ser aplicadas diversas configurações, conforme a curiosidade dos alunos e o tempo disponível.

A terceira estação foi elaborada partindo de uma proposta de aula prática presente em seis das nove obras analisadas do PNLD. Essa estação foi intitulada de “parafuso e plano inclinado” e consistiu na montagem, seguindo um passo a passo de dois sistemas, na qual seria possível que os alunos concluíssem que os parafusos são, na verdade, planos inclinados.

De todas as estações, essa foi a que teve menor engajamento. Durante nossas observações, era perceptível que os alunos demonstravam que o produto dessa estação era bastante óbvio. Isso inicialmente parecia muito positivo, pois em uma primeira análise, os alunos teriam compreendido a associação existente entre os parafusos e planos inclinados, além da sua aplicabilidade, na qual quanto mais íngreme fosse o plano inclinado, menor o número de passos e, conseqüentemente, maior o esforço para a colocação do parafuso. Mas, justamente por ser um conceito simples e pela confecção não criar nenhum “brinquedo” especial, ela foi pouco explorada e teve o mais baixo aproveitamento de todas.

Outra observação é que houve pouco entrosamento e, talvez, pelos grupos estarem um pouco maiores que nas outras rotações, a falta de cooperação entre as equipes gerou um baixo resultado. Uma outra análise ainda era que, frente as outras três estações, essa seria realmente a menos atraente.

De fato, ao avaliar os questionários, percebemos que houve uma baixa quantidade de respostas corretas, algumas foram deixadas em branco e ainda eram bastante vagas, fugindo do padrão.

Para a primeira pergunta sobre qual forma o desenho deixado no papel enrolado no palito lembrava, apenas os grupos Welcome To The Mato e Cactinhos responderam corretamente que se tratava de um parafuso. A segunda pergunta pedia para comparar os dois triângulos (retângulo e quadrado) enrolados nos palitos e contar qual tinha um maior número de voltas (passos), os grupos Cuscuz e Cactinhos associaram corretamente o triângulo retângulo a um maior número de voltas (passos). A terceira pergunta pedia para que os alunos associassem o triângulo a outra máquina simples e, novamente, os dois grupos anteriores indicaram corretamente que se tratava de um plano inclinado.

A quarta estação, denominada de pista de plano inclinado, consistiu em uma pista com três ângulos de inclinação, na qual os alunos deveriam, utilizando de pesos e contrapesos, promover equilíbrio ou movimento de um carrinho (Figura 57), conforme solicitado no questionário. Ao final, foi possível concluir que em rampas mais elevadas, o esforço para subir seria maior.

**Figura 57:** Pista de plano inclinado. Grupos Asa Branca e Cactinhos.



Fonte: Arquivo pessoal da autora (2023).

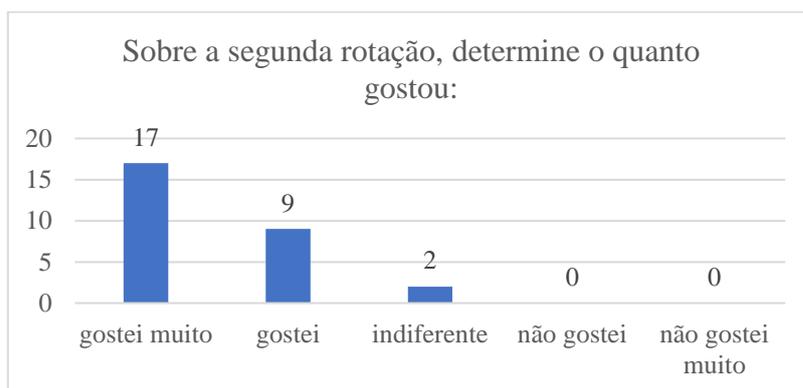
Avaliando os questionários, todos os grupos conseguiram concluir as massas necessárias para manter o carrinho em equilíbrio ou em movimento, em cada inclinação, com poucas variações de respostas, principalmente no que se referia a qual massa necessária para colocar o carrinho em movimento. Foi possível observar na fala de integrantes de alguns grupos que qualquer força maior ou menor do que aquela que fazia o carrinho ficar em equilíbrio seria, portanto, suficiente para colocá-lo em movimento.

No que diz respeito à pergunta sobre a conclusão que seria possível obter com relação à inclinação da rampa e o peso para fazer o carrinho subir, as respostas dos grupos tiveram percepções muito semelhantes. O grupo Welcome To The Mato concluiu que *“dependendo da inclinação precisará de mais peso ou menos peso pro carrinho se mover”*. Já o grupo Cactinhos respondeu que *“quanto maior o grau de inclinação mais peso precisa para equilibrar o carrinho quanto menor menos peso precisa”*. O grupo Cuscuz explicou *“que quanto maior a inclinação, mais peso é necessário para fazer o carrinho subir”*. O grupo Asa Branca não fez uma relação de inclinação/peso. De acordo com os alunos, *“às vezes inclina o carro, às vezes não, e é muito legal esse experimento”*.

Assim como nas outras rotações, ao final solicitamos que os alunos avaliassem o quanto gostaram da aula, a opinião sobre o quanto eles achavam que aqueles conceitos poderiam auxiliar nos conteúdos futuros e quais estações eles preferiram (Apêndice D). No momento da avaliação, três alunos precisaram se ausentar antes do término da aula, além dos três faltosos.

Sobre o quanto eles gostaram da aula, 17 alunos indicaram que gostaram muito e 9 que gostaram, como podemos observar no Gráfico 9.

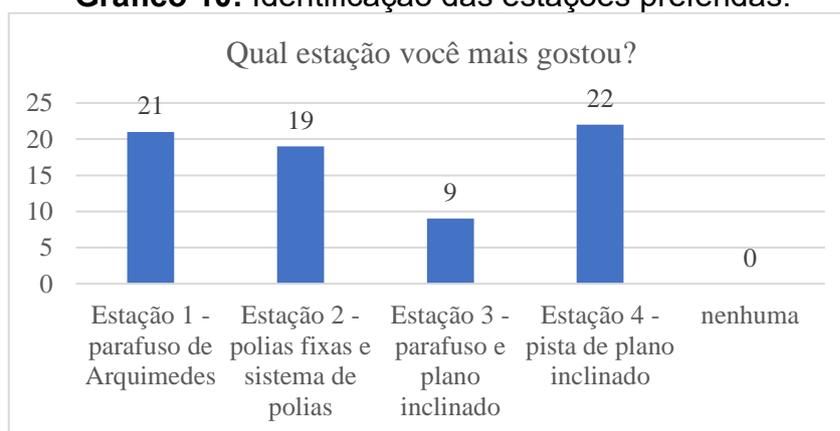
**Gráfico 9:** Identificação do nível de aceitação da aula.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Sobre o quanto os conceitos poderiam auxiliar em conteúdos futuros, no Gráfico 9, percebemos que os resultados mantiveram o padrão das outras avaliações: 15 alunos indicaram que concordam muito, 11 que concordam e 2 que não concordavam nem discordavam. Sobre as estações preferidas, como já era esperado, as estações 1 e 4 tiveram maiores votos entre as favoritas e a estação 2, de polias, apesar das dificuldades, também teve um grande número de indicações. Também era esperado um número menor de votos para a estação 3, pelos motivos que já observamos anteriormente. A avaliação dos alunos apenas confirmou o que a professora já havia percebido durante a aplicação (Gráfico 10). Esses dados são importantes para correção em futuras reaplicações.

**Gráfico 10:** Identificação das estações preferidas.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

### Atividade avaliativa

De acordo com Bloom, Hastings e Madaus, (1971), a avaliação vai além dos exames finais que medem o conhecimento de um conteúdo específico. Ela se

caracteriza como uma coleta sistemática de informações com o objetivo de compreender o desenvolvimento do aluno ao longo do processo de aprendizagem. Além disso, a avaliação tem a atenção de analisar e acompanhar o processo de ensino-aprendizagem empregado. Caso seja identificada alguma inadequação, é necessário realizar as devidas alterações o mais rápido possível, visando aprimorar a experiência do aluno (Ditzz; Gomes, 2017).

Durante toda a aplicação deste trabalho, tivemos momentos avaliativos, mas sabíamos que a metodologia de Rotação por Estações, por seu dinamismo, poderia deixar lacunas na aprendizagem. Por essa razão, escolhemos um quiz para finalizar o conteúdo.

Para esse quiz, optamos por utilizar o aplicativo Plickers, uma ferramenta gratuita que permite a elaboração de questionários de múltipla escolha, sendo usado para feedback individual dos estudantes ou grupos e permitindo que professores visualizem imediatamente as respostas dos alunos. Durante a aplicação, os alunos recebem um *card* que apresenta quatro opções de resposta. A posição que ele levanta o *card* corresponde a uma alternativa de A a D, que será registrada (Bento; Neto; De Oliveira, 2017; Paula; Soares, 2016).

Um dos pontos favoráveis do uso dessa ferramenta, além do feedback instantâneo que em Metodologias Ativas é imprescindível, pois favorece as boas intervenções pedagógicas ao longo do processo de ensino-aprendizagem (Paula; Soares, 2016), é o fato do aluno não precisar portar um dispositivo móvel (Bento; Neto; De Oliveira, 2017). Em muitas realidades, o aluno não possui aparelho móvel ou não tem acesso à internet, ou ainda, a escola não dispõe de internet que suporte tantos dispositivos conectados ao mesmo tempo.

Para utilizar o aplicativo, é necessário que o professor faça seu download em um dispositivo móvel e crie um perfil no site<sup>15</sup>. O docente pode então cadastrar os alunos de cada turma e as perguntas do questionário, que podem ser de múltipla escolha, verdadeiro ou falso e conter imagens. No site, ele baixa também o *card* com os QR Code. Cada cartão possui um número e estará atribuído a um aluno ou grupo.

---

<sup>15</sup> Disponível pelo site: <https://www.plickers.com/> Acesso em 12/08/2023.

O questionário deve ser apresentado aos alunos por meio de projetor, computador ou televisão, uma questão por vez. Os alunos devem escolher a resposta correta e registrá-la no cartão. O docente deve então direcionar um dispositivo móvel para o cartão e aguardar a captura das respostas pelo aplicativo (Figura 58). A única limitação observada para o uso do aplicativo é que, na versão gratuita, são liberadas cinco perguntas por vez, mas isso não causou qualquer comprometimento em sua aplicação.

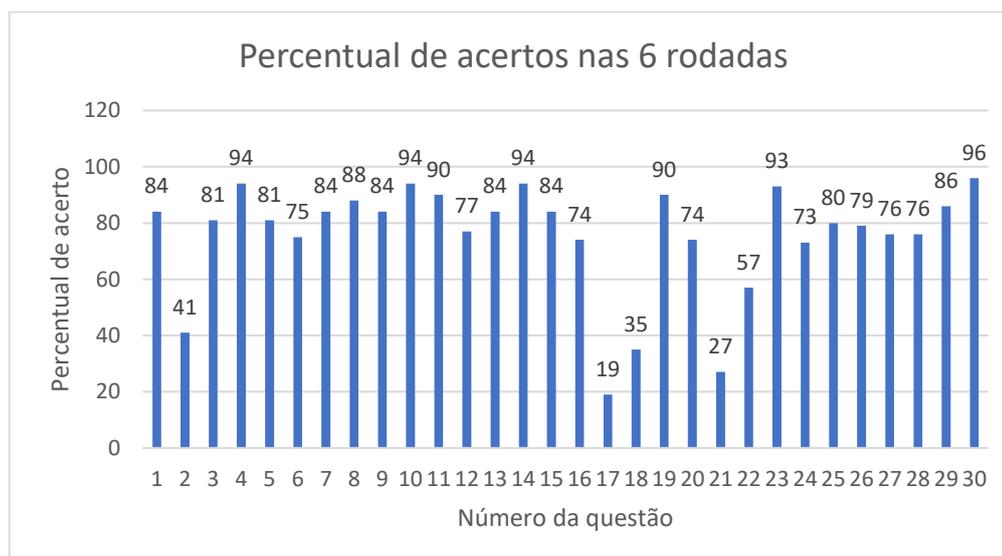
**Figura 58:** Uso do aplicativo Plickers.



**Fonte:** Arquivo pessoal da autora (2023).

Realizamos 6 rodadas com 5 perguntas cada (pois estávamos utilizando a versão gratuita do aplicativo), variadas entre múltipla escolha e verdadeiro ou falso, abordando o conteúdo de máquinas simples. As perguntas podem ser visualizadas no produto educacional.

**Gráfico 11:** Percentual de acerto das perguntas feitas utilizando o aplicativo Plickers.



**Fonte:** Elaborado pela autora (2023).

Pelo Gráfico 11 é possível perceber que, das 30 perguntas, 25 tiveram uma porcentagem de acertos superior a 70% pelos alunos da sala. Neste dia, tínhamos 32 alunos presentes, sendo que 4 precisaram se ausentar antes da conclusão do questionário.

Para nós, o uso aplicativo demonstrou muitas vantagens, entre elas, podemos destacar:

1. Só exigir o uso do celular do professor, logo não existia o risco do aluno perder a conexão no meio do quiz, comum em outras plataformas similares;
2. Os alunos podem acompanhar se sua resposta foi contabilizada na tela da televisão, em tempo real;
3. O professor acompanha quais alunos estão respondendo corretamente ou não a questão, podendo direcionar a explicação ao estudante após exibir a resposta correta da pergunta, permitindo assim a abordagem oportuna das dúvidas existentes, sanando-as em tempo útil e de forma personalizada;
4. O professor pode verificar a porcentagem de acertos e erros conforme as respostas são registradas, o que permite avaliar o nível de compreensão dos assuntos e das possíveis lacunas no processo de ensino e aprendizagem.

Uma possível desvantagem é que eles acabam “colando” dos colegas, mas neste trabalho isso não foi visto como um ponto negativo, afinal, trabalhamos o tempo

todo com Metodologias Ativas que priorizavam essa construção coletiva do conhecimento. Situação semelhante foi observada no trabalho do professor Alexandre Saraiva (De Maria, 2018), no qual é relatada a possibilidade dos alunos trabalharem em pares, sendo essa construção muito útil, segundo o autor, para a aprendizagem dos estudantes.

Ao analisarmos os resultados individuais, tivemos as seguintes pontuações, seguidas de suas porcentagens (Quadro 7):

**Quadro 7:** Pontuação individual dos alunos no aplicativo Plickers.

Aluno (a)	Pontuação no Plickers	Porcentagem de acertos	Aluno (a)	Pontuação no Plickers	Porcentagem de acertos
EM	28	93	AL	24	80
LS	28	93	EC	24	80
ML	27	90	FD	24	80
B	26	87	J	24	80
D	26	87	MA	24	80
MH	26	87	MA	24	80
RM	25	83	P	24	80
AV	24	80	A	23	77

Aluno (a)	Pontuação no Plickers	Porcentagem de acerto	Aluno (a)	Pontuação no Plickers	Porcentagem de acerto
MCG	23	77	AB	19	63
C	22	73	EB	19	63
LO	22	73	FJ	19	63
MC	22	73	VG	17	57
N	22	73	LN	16	53
IF	21	70	G	15	50
MS	21	70	RM	14	47
IM	20	67	VP	7	23

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

É importante lembrar que alguns alunos precisaram se ausentar mais cedo daquele dia, o que pode ter contribuído para algumas notas mais baixas.

Após o uso do aplicativo Plickers, solicitamos aos alunos que preenchessem um questionário de opinião (Apêndice E). Algumas perguntas para este material foram extraídas de uma avaliação semelhante realizada também em uma proposta de mestrado em 2020 (Pich, 2020). Deixamos claro que não seria necessário identificar-



**Fonte:** Elaborado pela autora (2023).

Quando perguntados sobre o domínio do professor sobre a turma, 88% responderam ser bom ou muito bom. É importante observar que, em metodologias que rompem o tradicional, é comum que o aluno encare esse momento como desorganizado (Buck, 2018; Lopes; Silva Filho; Alves, 2019).

Perguntamos se os roteiros utilizados eram de fácil entendimento, objetivos e simples, 8 alunos responderam que “sim” e outros 16 responderam que “a maior parte, sim”. Sobre como preferem a apresentação do conteúdo, foram 19 marcações para *slides*, 3 para leitura do livro e 7 para matéria copiada no quadro. Os alunos podiam marcar mais de uma alternativa nessa questão.

Sobre as experimentações, buscamos compreender se houve sintonia e entendimento no grupo, 6 alunos afirmaram que sim, 18 alunos indicaram que “a maior parte sim” e 1 aluno colocou que “a maior parte, não”.

Sobre esse tema, perguntamos ainda a opinião sobre a rotação por estações favorecer a interação entre os estudantes, 24 alunos responderam afirmativamente e apenas 1 negou. Algumas respostas para justificar essa questão: “pois cada pessoa ajuda um ao outro”; “pois traz mais sintonia na sala”; “sim, pois é mais uma forma de aprendizado e você aprende com os outros”; “pois todos os membros do grupo podem discutir sobre a prática”; “pois o trabalho em equipe é fundamental para diversas ocasiões e temos que aprender a trabalhar assim”; “porque é preciso a interação para concluir o trabalho”; “sim, pois permite que nós possamos interagir com pessoas que antes não interagíamos”, entre outras respostas que se assemelharam.

Ao questionar se houve alguma situação em que não foi possível concluir uma prática, a razão e as maiores dificuldades, 19 alunos afirmaram que foi possível concluir todo o questionário e outros 6 informaram que não. As razões se justificaram na dificuldade de compreender o enunciado (4), no pouco tempo para desenvolver a prática (11) e na falta de entrosamento ou dificuldades entre a equipe (5). Percebemos que, mesmo aqueles alunos que concluíram as atividades, relataram no questionário de opinião os pontos que dificultaram o processo. Com relação à interação entre o aluno e o grupo, 7 indicaram não haver dificuldades significativas, 7 informaram que

houve dificuldade na elaboração do roteiro, 6 no manuseio das maquetes e 5 na resolução das atividades.

Perguntamos, ainda, se as aulas práticas mudaram a maneira como eles enxergavam a disciplina de Ciências/Física, 18 alunos responderam que sim, 6 que não e 1 aluno não respondeu essa pergunta. Separamos algumas justificativas: “sim, eu achei que as práticas facilitaram mais o assunto”; “sim, pois eu compreendi que a disciplina pode ensinar coisas além do livro e quadro”; “sim, pois eu achava que física era muito complicado de entender, mas depois das aulas vi que era incrível”. Separamos, também, as respostas e justificativas de alguns alunos que afirmaram que as aulas nesse formato não mudaram a forma como percebiam as disciplinas: “não, pois desde pequeno eu sempre gostei de Ciências e Física”; “não pois já tinha uma visão boa”. Pelas avaliações desse quesito realizadas pelos alunos, é possível que alguns dogmas sobre a Física ser muito difícil sejam quebrados e eles possam seguir mais tranquilos para o ensino médio!

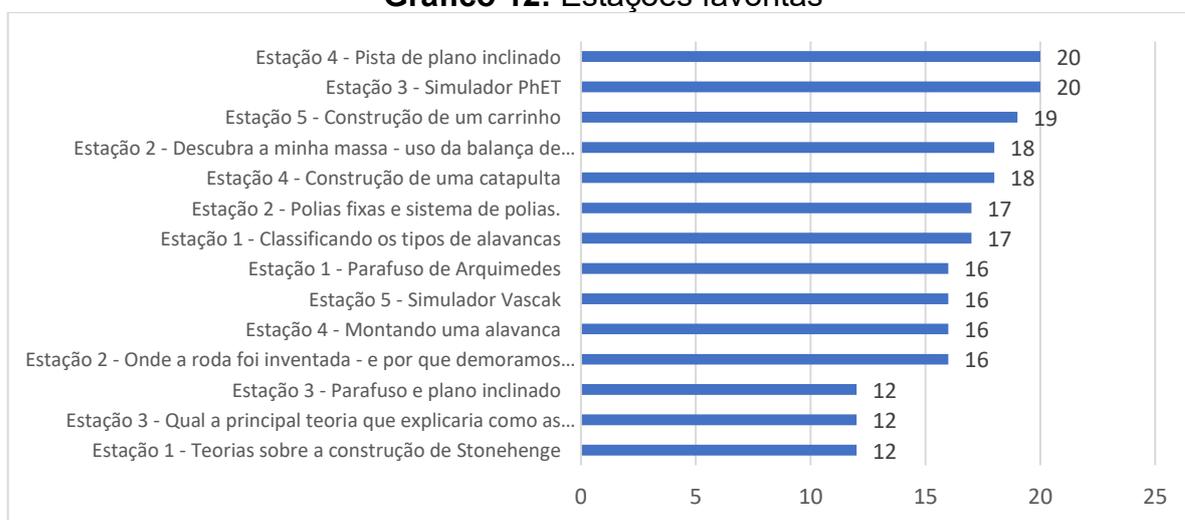
Os alunos foram questionados se as atividades experimentais auxiliariam na aprendizagem dos conteúdos e os 25 alunos indicaram que sim. Quando perguntamos o que as aulas práticas suscitaram neles, tivemos 11 indicações de que “se sentisse animado em aprender pois foi um diferencial na aprendizagem” e outras 25 indicações de que “se sentisse muito animado pois a aula fica mais dinâmica e ajuda a aprender melhor”.

No terceiro bloco de perguntas, os alunos foram indagados sobre a importância da análise dos resultados experimentais. Nesse ponto, queríamos compreender se eles entendiam que não podia ser “o jogo pelo jogo”, que existia uma intenção e um objetivo no trabalho desenvolvido. Foram 19 marcações para “fundamental para entender o experimento em toda a sua plenitude”; 9 marcações para “necessário para equacionar as relações entre as grandezas medidas”; 4 indicações para “importantes para confrontar os resultados obtidos com os da literatura”; e 1 aluno indicou que era “dispensável a análise, pois o experimento por si só “já diz tudo””. Essa análise é muito interessante, pois em um contexto no qual eles ficam eufóricos pela ludicidade, a grande maioria compreende que aquele momento também é de aprendizagem e como tal deve ser aproveitado em toda sua potencialidade.

Sobre se eles foram capazes de relacionar os conteúdos teóricos com os experimentos realizados, 20 alunos indicaram que “sim, em praticamente tudo” e outros 5 que “sim, um pouco”.

Solicitamos, ainda, que eles indicassem as estações favoritas ao final de todo o processo. Esta análise foi importante para confirmar quais estações, dentre todas, contribuíram mais significativamente para os alunos, sem interferências motivadas pelo momento da aplicação. O resultado final pode ser visto no Gráfico 12:

**Gráfico 12: Estações favoritas**



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Ao avaliar e comparar esses resultados, a única diferença foi entre as estações “classificando os tipos de alavancas”, que no dia de sua aplicação teve o menor número de votos, e a estação “parafuso de Arquimedes”, que no dia da aplicação foi a segunda mais votada. Agora, percebemos que elas inverteram de posição. As demais estações mantiveram os níveis de predileção já indicados nas análises anteriores. Esse é um importante marcador para replicações futuras.

A última pergunta do questionário de opinião investigou sobre o uso do aplicativo Plickers. Os alunos podiam marcar diversas opções relacionadas ao uso da plataforma. Para facilitar a visualização, construímos um quadro com o número de itens marcados para cada opção (Quadro 8):

**Quadro 8: Opinião dos alunos sobre o uso do aplicativo Plickers.**

Em sua opinião, o quiz no aplicativo Plickers:	Votos
foi divertido	22

é uma ótima estratégia para revisão	19
foi útil para consolidar o conhecimento	18
poderia ocorrer com mais frequência	17
serviu para eu aprender mais	17
me ajudou a entender algumas partes que não entendi nas aulas teóricas e práticas	15
o número de perguntas estava adequado	11
me motivou a estudar o que eu não compreendi	9
nunca tinha usado	9
já tinha usado nesta escola / outra escola	9
me desafiou	8
podia ter mais perguntas	4
foi indiferente	2
fiz por fazer	1
foi cansativo	0
podia ter menos perguntas	0
não gostei	0
achei confuso	0

**Fonte:** Elaborado pela autora (2023).

Corroborando com a nossa percepção no ato do uso do aplicativo e até indo além, pois houve um certo temor pelo número de perguntas, os alunos acharam seu uso divertido, sendo uma ótima estratégia de revisão e bastante útil para consolidar o conhecimento. Afirmaram, ainda, que poderia ser usado com mais frequência e que serviu para aprenderem mais ao ajudar a entender algumas partes que não haviam ficado claras nas aulas teóricas e práticas, além de motivar o estudo das partes que não tinham sido bem compreendidas. Resultados semelhantes foram observados nos trabalhos de Bento, Neto e De Oliveira (2017), De Maria (2018), Gitahy, Sousa e Gitahy Neto (2019). Percebemos, com isso, que os alunos gostaram muito da experiência e certamente retornaremos com o aplicativo em aulas futuras.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de tantas mudanças existentes em nosso meio cotidiano, não é possível pensar em uma educação de qualidade feita com alunos passivos e métodos que não estimulem nossos estudantes. No passado, precisávamos saber sobre muitas coisas. Hoje, nossa missão é promover ambientes nos quais o aluno possa desenvolver sua criatividade, testar possibilidades, construir seu conhecimento de forma ativa, coletiva e o professor ganha o papel de orientador na condução desse processo.

Nosso trabalho objetivou investigar o uso das MA e TIC, utilizando a rotação por estações no ensino das máquinas simples, a partir de uma sequência didática capaz de estimular os alunos e outros professores.

Realizamos, também, uma revisão dos documentos norteadores (PCNs e BNCC) da educação básica e, assim, foi possível perceber a evolução desses documentos e a busca para aprofundar a relação do aluno com o mundo e sua capacidade de se tornar um agente transformador.

Não produzimos um manual a ser seguido tópico a tópico, mas lançamos ideias que o professor pode fazer uso para trazer encantamento, com dinâmicas diferenciadas, que permitam que o estudante seja protagonista do seu processo de ensino. Acreditamos verdadeiramente que conseguimos.

Nosso trabalho foi realizado em uma escola particular e, por essa razão, a infraestrutura, o alunado e os recursos podem se diferenciar muito de outros contextos, principalmente se comparados a uma instituição pública de ensino.

Nossa intenção aqui é justamente fornecer possibilidades para tornar o ensino de máquinas simples mais dinâmico, atrativo e palpável, muito embora entendemos que este material trouxe recursos que demandam tempo para a elaboração ou que a metodologia em si seja desafiadora, pois requer do professor um desdobramento para estar o máximo possível presente nas estações, às vezes, em dois espaços diferentes. No nosso caso, os alunos da turma eram bastante ativos, mas, desconsiderando o tempo para a elaboração das maquetes, o momento da aula foi bem menos cansativo se comparássemos a uma aula teórica. O professor precisa falar menos, observar

mais, gerenciar o tempo e as fugas de ideias dos alunos, sendo bem menos cansativo que o domínio contínuo da aula.

Durante as práticas que os alunos precisaram construir carrinhos e catapultas, em uma proposta *maker*, evidenciamos que eles trabalharam em equipe na resolução dos problemas, o que trouxe protagonismo, respeito ao tempo e aos limites entre os alunos, permitindo, porém, que eles fossem capazes de explorar possibilidades.

Outro ponto muito positivo é que esse modelo oportuniza que todos os alunos tenham contato físico com os experimentos. Não se trata de uma “aula prática” em que o professor executa e os alunos observam. A experiência tátil faz toda a diferença para os alunos, possibilita que o professor tenha contato com pequenos grupos para mediar possíveis dúvidas e cada aluno tem o seu tempo para compreender e assimilar as observações.

Percebemos, também, que à medida que os alunos trocavam de estação, a estação seguinte era mais fácil de ser assimilada, o que evidenciou, portanto, que um planejamento bem pensado se autorregula, exige menos interferências do professor, efetivando assim a participação ativa do aluno no processo de construção do seu conhecimento. Não temos dúvidas que essa experiência deixou marcas que vão muito além do conteúdo de máquinas simples.

Um outro fator bastante comum em escolas particulares é um cronograma de aulas mais apertado com uma menor flexibilidade de tempo. Sem dúvidas, isso foi um desafio para a execução deste trabalho. Para isso, foi necessário alinhar a demanda de conteúdos pré-definidos no início do ano para os calendários avaliativos e as aulas teóricas e práticas, de maneira a não ferir com o calendário. Dessa forma, utilizamos alguns minutos que sobravam ao fim do conteúdo teórico para reforçar que tudo aquilo estava no livro. Também traçamos combinados, como corrigir os exercícios daquele capítulo nas vésperas da prova, como atividade de revisão.

Um ponto de crítica é que, como o tempo foi bastante curto, em turmas numerosas dificilmente seria possível identificar pequenos erros e corrigi-los em tempo. Só com a análise dos questionários é que foi possível perceber a dificuldade em alguns temas. Nesse sentido, o uso do Plickers nos auxiliou. Com ele, buscamos perceber se o aluno havia conseguido adquirir a habilidade necessária em

determinado objeto de conhecimento e, dessa forma, foi possível proceder com os ajustes e refinar a compreensão.

Em nossa análise, a rotação por estações como MA aliada às TIC, mostrou-se uma estratégia fantástica para que os alunos pudessem realizar experimentações e desenvolver suas próprias conclusões sobre o conteúdo.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de. Apresentação. In: BACICH, Lilian.; MORAN, José. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. 430 p.
- ARANTES, Alessandra Riposati; MIRANDA, Márcio; STUDART, Nelson. Objetos de Aprendizagem no Ensino de Física: Usando Simulações do PhET. **Revista Física na Escola**, v. 11, n. 1, 2010.
- ASSIS, André Koch Torres. **Arquimedes, o Centro de Gravidade e a Lei da Alavanca**. Montreal: Canadá, 2008. 243p.
- ASSUNÇÃO, Bárbara Gomes; SILVA, Josineide Teotonia da. **Metodologias ativas: uma reflexão sobre a aprendizagem na atualidade**. Anais VII CONEDU - Edição Online... Campina Grande: Realize Editora, 2020. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/68884>>. Acesso em: 16/04/2023.
- BACICH, Lilian; MORAN, José (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. 238 p.
- BACICH, Lilian; TANZI NETO, Adolfo; TREVISANI, Fernando de Mello (Orgs.). **Ensino Híbrido: Personalização e Tecnologia na Educação**. Porto Alegre: Penso, 2015. 270p.
- BALDISSERA, Lucilene Fátima. **Mediação Pedagógica e Metodologias Ativas no contexto da Educação Profissional e Tecnológica a Distância**. Curitiba: Instituto Federal do Paraná, 2020. 128 p.
- BARROS, Jailson Cardoso de. **A utilização do PhET para aprendizagem nas séries finais do ensino fundamental**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Educação. Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Maceió, 2019. 151p.
- BECK, Caio. **Metodologias Ativas: conceito e aplicação**. Paraná: Andragogia Brasil, 2018. Disponível em: <https://andragogiabrasil.com.br/metodologias-ativas/> Acesso em 26/02/2023.
- BEHRENS, Marilda Aparecida. **Projetos de aprendizagem colaborativa num paradigma emergente**. In MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda Aparecida (Orgs.). **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 10 ed. São Paulo: Papyrus, 2006. p. 67-132.
- BENTO, Maria Cristina Marcelino; NETO, João Augusto Mattar; DE OLIVEIRA, Neide Aparecida Arruda. Metodologias ativas e novas tecnologias: o uso do plickers como ferramenta de avaliação. In: 23º CIAED Congresso Internacional de Educação a Distância, 2017, Foz do Iguaçu. **Apresentações Trabalhos Científicos**, 2017.

BITENCOURT, Aretusa de Oliveira; NASCIMENTO, Jadson Santos; SILVA, Maria Gabriela Campos da; SILVA, Emanuela Cardoso; SANTANA, Ricardo Matos. TECNOLOGIAS DIGITAIS: heranças positivas e novos caminhos de aprendizagem no pós-pandemia. **Revista de Estudos em Educação e Diversidade - REED**, [S. l.], Bahia, v. 3, n. 8, p. 1-19, 2022. DOI: 10.22481/reed.v3i8.10906. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/reed/article/view/10906>. Acesso em: 26 fev. 2023.

BLOOM, Benjamin Samuel; HASTINGS, John Thomas; MADDAUS, George. **Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning**. New York: McGraw Hill Co. 1971.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais** / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília : MEC/SEF, 1998a. 138p.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais** / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília : MEC/SEF, 1998b. 174p.

BRASIL. Ministério da Educação. **PNLD 2020: ciências – guia de livros didáticos/** Ministério da Educação – Secretaria de Educação Básica – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2019.

CHRISTENSEN, Clayton M.; HORN, Michael B.; STAKER, Heather. **Ensino híbrido: uma inovação disruptiva? Uma introdução à teoria dos híbridos – traduzido para o Português por Fundação Lemann e Instituto Península**. 2013. Disponível em: [https://www.pucpr.br/wp-content/uploads/2017/10/ensino-hibrido\\_uma-inovacao-disruptiva.pdf](https://www.pucpr.br/wp-content/uploads/2017/10/ensino-hibrido_uma-inovacao-disruptiva.pdf). Acesso em: 09/04/2023.

CLARK, Douglas Burton; NELSON, Brian; SENGUPTA, Pratim; D' ANGELO, Cynthia M. Rethinking science learning through digital games and simulations: Genres, examples, and evidence. Learning science: Computer games, simulations, and education workshop sponsored by the National Academy of Sciences. **Anais [...]**, Washington, DC: 2009.

DE MARIA, Alexandre Saraiva. **Instrução pelos colegas e ensino sob medida: métodos ativos de ensino auxiliando a construção de conceitos básicos de termodinâmica em nível médio**. 2018. 135f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Campus Litoral Norte. Programa de Pós-Graduação no Mestrado Profissional em Ensino de Física, Tramandaí, Rio Grande do Sul, 2018.

DELORS, Jacques. **Educação: um tesouro a descobrir**. Relatório da Comissão Internacional sobre a Educação para o Século XXI. UNESCO, MEC – Ministério da Educação e Cultura: São Paulo Cortez Editora, 1998.

DESCOVI, Lucieli Martins Gonçalves; MEHLECKE, Querte Teresinha Conzi; COSTA, Janete Sander. Modelo de rotação por estações: tecnologias digitais e infográficos. In: 25º CIAED - **Congresso Internacional ABED de Educação a Distância**. Poços de Caldas, MG, out./2019.

DITZZ, Áquila Jerard Moulin; GOMES, Geórgia Regina Rodrigues. A utilização do aplicativo Plickers no apoio à avaliação formativa. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 19, p. 1-13, 2017.

DUARTE, Anderson Kneipp. **Sequência de ensino investigativo em centros de ciências**: desenvolvendo o conceito de torque e a Lei da Alavanca. 2021. 186f. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais, Instituto de Ciências Exatas. Juiz de Fora, 2021.

EMYGDIO, Alexandre Santana. **Ensino de física para alunos do ensino fundamental I**: O problema da alavanca sob o olhar do ensino por investigação. 2018. 426f. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do ABC, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, Santo André, 2018.

FADEL, Maria Luciane; LBRICHT, Vania Ribas; BATISTA, Cláudia Regina; VANZIN, Tarcísio. **Gamificação na Educação**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014. 300p.

FAZIO, Michael; MOFFETT, Marian; WODEHOUSE, Lawrence. **A história da arquitetura mundial**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

FERNANDES, Valéria Faleiros; FREIRE JUNIOR, Nélio Lemos; BASTOS, Renato Saldanha. Metodologia Ativa: gamificação aplicada no ensino tecnológico. São Sebastião do Paraíso, MG: **Revista Eletrônica Calafiori** (Online) ISSN: 2319-0132, v. 4, n. 1, Jun 2020.

FERREIRA, Antonio Cesar Ramos. **O uso do simulador PHET no ensino de indução eletromagnética**. 2016. 101 f. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, Rio de Janeiro – RJ.

FIZIOTTO, Ricardo de Barros Silva. **Gamificação**: uma proposta de abordagem de modelos atômicos para estudantes do ensino médio. 2019. 165 fls. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do ABC, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, Santo André, 2019.

FRANÇA, Jadelma Soares de. **Uma reflexão acerca das metodologias adotadas no ensino de eletricidade**. 2022. 59 F. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura) – Curso em Física, Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Física. Maceió, 2022.

GEE, James Paul. **Bons videogames e boa aprendizagem**. *Perspectiva*, v. 27, n. 1, p. 167–178, 2009.

GITAHY, Raquel Rosan Christino; SOUSA, Sidinei de Oliveira; GITAHY NETO, Ivan Márcio. Metodologia ativa peer instruction aliada à tecnologia de informação e

comunicação: estratégias didáticas no ensino jurídico com os plickers. **REVISTA COCAR** (online), v. 13, p. 521-536, 2019.

GODOY, Leandro Pereira de. **Ciências vida & universo: 7º ano: ensino fundamental: anos finais**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2018.

GONÇALVES, Inácia de Jesus Henriques; TERRA AZEVEDO, Breno Fabrício; OLIVEIRA, Sergio Rafael Cortes de. Gamificação em um Ambiente Virtual de Aprendizagem: relatos da aplicação de uma sequência didática gamificada sobre o conteúdo de Funções em um curso superior. **RENOTE. REVISTA NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO**, Porto Alegre, v. 20, p. 163-172, 2022.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física**. Vol.1, Ed. LTC, Rio de Janeiro, 2016.

HORN, Michael B.; STAKER, Heather. **Blended: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.

KAPP, Karl M. **The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education**. Pfeiffer, 1st edition, 2012.

LAVOR, Otávio Paulino; OLIVEIRA, Elrismar Auxiliadora Gomes. GRANDEZAS PROPORCIONAIS: sequência didática na formação inicial de professores. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. e22014, 2022. DOI: 10.26571/reamec.v10i1.13476. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/13476>. Acesso em: 9 jul. 2023.

LOPES, Renato Matos Lopes; SILVA FILHO, Moacelio Veranio; ALVES, Neila Guimarães. (Org.). **Aprendizagem baseada em problemas: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores**. Rio de Janeiro: Publiki, 2019

LÜDKE, Menga; ANDRE, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Pesquisa em educação: Abordagens qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U, 2018. 128 p. ISBN: 978-85-216-2250-5.

MAGALHÃES, Simone Rodrigues de; RODRIGUES, Laerte Mateus; PEREIRA, Cláudio Alves. Metodologias ativas que empregam Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no ensino médio integrado. **Revista Prática Docente**, v. 6, n. 3, e083, 2021.

<http://doi.org/10.23926/RPD.2021.v6.n3.e083.id1257>

MASON, Ana Paula Uliana; SANTOS, Marcilení dos; SPANHOL, Fernando; BICHET, Keila; GIURIATTI, Tiago. AS NOVAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO ASSOCIADAS ÀS METODOLOGIAS ATIVAS NO ATUAL CENÁRIO EDUCACIONAL. **Anais Do Congresso Internacional De Conhecimento E Inovação**, Ciki, Maringá, 1(1). 18 e 19 de nov/2021 <https://doi.org/10.48090/ciki.v1i1.1158>

MORAN, José. **Metodologias ativas de bolso**: como os alunos podem aprender de forma ativa, simplificada e profunda. São Paulo: Editora do Brasil, 2019.

MORAN, José. **Mudando a educação com metodologias ativas**. In: SOUZA, C.A.; MORALES, O.E.T. (Org.). Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. Ponta Grossa: UEPG/PROEX, p.15-33, 2015. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4941832/mod\\_resource/content/1/Artigo-Moran.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4941832/mod_resource/content/1/Artigo-Moran.pdf) Acesso em 21 de jan. de 2023.

NASCIMENTO, Matheus Carvalho do; GOMES, Geórgia Regina Rodrigues. ENSINO HÍBRIDO: um estudo de caso acerca da aplicação da metodologia rotação por estações no ensino fundamental. **Acta Scientiae et Technicae**, [S.l.], v. 7, n. 1, jan. 2020. ISSN 2317-8957. Disponível em: <<http://www.uezo.rj.gov.br/ojs/index.php/ast/article/view/254>>. Acesso em: 09 abr. 2023. doi: <https://doi.org/10.17648/uezo-ast-v7i1.254>.

NIZ, Claudia Amorim Francez. **A Formação Continuada do professor e o uso das tecnologias em sala de aula**: tensões, reflexões e novas perspectivas. 2017. 167 f. Dissertação (Mestrado em Educação Escolar) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências e Letras (Campus Araraquara), Araraquara - SP.

NUNES, Andrea Karla Ferreira; ROCHA, Ucinéide Rodrigues; TOLEDO, Jenifer Vieira. O USO DE METODOLOGIAS ATIVAS COM TIC: uma estratégia colaborativa para o processo de ensino aprendizagem. **TICs & EaD em Foco**, São Luís, v. 4, n. 1, jan./jul. 2018. Disponível em: <https://www.uemanet.uema.br/revista/index.php/ticseadfoco/article/view/297>. Acesso em: 22 fev. 2023.

OLEGÁRIO, Danilo. **EDUCAÇÃO PÓS-PANDEMIA**: A revolução tecnológica e inovadora no processo da aprendizagem após o coronavírus. São Paulo: Grupo Almedina, 1ª edição, 2021.

OLIVEIRA DE JESUS, Edson. **A aula expositiva dialogada como procedimento metodológico para a abordagem da temática relevo na geografia escolar**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás. Instituto de Estudos Socioambientais (IESA). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Goiânia, 2017. 122 p.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Tradução Sandra Costa. 2 ed. rev. Porto Alegre: Editora Artmed, 2008.

PARDO KUKLINSKI, Hugo; COBO, Cristóbal. **Expandir la universidad más allá de la enseñanza remota de emergencia Ideas hacia un modelo híbrido post-pandemia**. Outliers School. Barcelona, 2020.

PAULA, Marília Rios de; SOARES, Gisele Americo. A utilização de algumas ferramentas das metodologias ativas de aprendizagem para as aulas de cálculo

diferencial. **Educação Matemática na Contemporaneidade**: desafios e possibilidades. São Paulo–SP, v. 13, 2016.

PEREIRA, Jamyle Paloma De Oliveira; PEREIRA, Jéssika Pâmela de Oliveira. O currículo e a aprendizagem: uma análise comparativa entre a BNCC e o PCN no eixo de números e operações dos anos finais do ensino fundamental. **Anais V CONEDU**. Campina Grande: Realize Editora, 2018. Disponível em: <<https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/47974>>. Acesso em: 20/03/2023 23:43

PICH, Dirceu Luis. **Máquinas simples**: uma abordagem centrada na aprendizagem ativa. 2020. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO ARAGUAIA INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA, Barra do Garças – MT, 2020. Disponível em: <https://cms.ufmt.br/files/galleries/274/Dissertacoes/Dirceu.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2023.

PRENSKY, Marc. **The Role of Technology in teaching and the classroom**. Educational Technology, nov-dez 2008.

RAMOS, Matheus Henrique Maia *et al.* Análise da metodologia da sala de aula invertida com rotação por estações de aprendizagem no ensino de fisiologia humana. **Anais do V CONAPESC**. Campina Grande: Realize Editora, 2020. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/73077>>. Acesso em: 26/03/2023.

REZENDE, Amarante Couto. **Gamificação como prática docente**: possibilidades e dificuldades. 2018. 125 fls. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Sapucaí (UNIVAS) Programa de Pós-Graduação Em Educação, na linha de pesquisa: Práticas Educativas e Formação do Profissional Docente, Pouso Alegre, 2018.

SAMPIERI, Roberto Hernández; COLLADO, Carlos Fernández; LUCIO, María del Pilar Baptista Lucio. **Metodologia de pesquisa**. 5 ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, Ana Laura Calazans dos; SILVA, Flávio Vieira Carvalho da; SANTOS, Luis Guilherme Teixeira dos; AGUIAR, Antônia Arisdélia Fonseca Matias. Dificuldades apontadas por professores do programa de mestrado profissional em ensino de biologia para o uso de metodologias ativas em escolas de rede pública na Paraíba. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 6, n. 4, p. 21959–21973, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n4-386. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/9324>. Acesso em: 23 apr. 2023.

SILVA, Alexandre José de Carvalho. **Guia prático de metodologias ativas com uso de tecnologias digitais da informação e comunicação**. Lavras: Editora UFLA, 2020. 69p.

SILVA, Rodrigo Raposo Da. Física virtual: ensinando conceitos de física para turmas do ensino médio com o uso de softwares e aplicativos. **Anais VI CONEDU...** Campina Grande: Realize Editora, 2019.

SOSTER, Tatiana Sansone. **Revelando as essências da Educação Maker:** Percepções das teorias e das práticas. 2018. 174F. Tese de Doutorado – Programa Educação: Currículo, da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo PUC-SP, São Paulo, 2018.

SOUZA, Pricila Rodrigues de; ANDRADE, Maria do Carmo F. de. Modelos de rotação do ensino híbrido: estações de trabalho e sala de aula invertida. **Revista e-TECH: Tecnologias para Competitividade Industrial** - ISSN - 1983-1838, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 03–16, 2016. DOI: 10.18624/e-tech.v9i1.773. Disponível em: <https://etech.sc.senai.br/revista-cientifica/article/view/773>. Acesso em: 09 abr. 2023.

SOUZA, Elyson Robson Dias de Souza e. **Física moderna:** proposta de abordagem do Efeito Fotoelétrico no Ensino Superior. 2020. 51F. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Física, Campus Universitário de Ananindeua, Universidade Federal do Pará, Ananindeua, 2020.

STAKER, Heather Clayton; HORN, Michael B. Classifying K-12 Blended Learning. **Innosight Institute**, n. May, p. 22, 2012.

TEIXEIRA, Thiago Fernandes Maximo. **Gamificação, uma estratégia para promover o ensino e aprendizagem de gravitação no ensino médio.** 2017. 152 fls. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do ABC, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física MNPEF, Santo André, 2017.

UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. School closures caused by Coronavirus (COVID-19) [Internet]. Paris: **UNESCO**, 2020. Disponível em: <https://en.unesco.org/covid19/educationresponse> Acesso em 25/02/2023.

USBERCO, Manoel Jose; MARTINS, José Manoel; SCHECHTMANN, Eduardo; FERRER, Luiz Carlos; VELLOSO, Herick Martin. **Cia de Ciências: 7º ano: ensino fundamental: anos finais.** 5ª ed. São Paulo: Saraiva, 2018.

VALENTE, José Armando; ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de; GERALDINI, Alexandra Fogli Serpa. Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 17, n. 52, p. 455-478, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1891/189154955008.pdf>. Acesso em: 16 abril de 2023.

VALENTE, José Armando; FREIRE, Fernanda Maria Pereira; ARANTES, Flávia Linhalis (Orgs.). **Tecnologia e educação [recurso eletrônico]:** passado, presente e o que está por vir. Campinas, SP: NIED/UNICAMP, 2018. 406 p.

VERDERIO, Leonardo Álisson Pompermayer; SOUZA, Leila Cristina Aoyama Barbosa. Principais alterações no currículo de Ciências do Ensino Fundamental a partir da implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

**Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 1, n. 2, p. 58-66, out.-dez. 2020. Eixo temático: Educação em Ciências. ISSN 2675-813X.

VIANA, Lucas Henrique; LUCAS, Leandro Mario; MOITA, Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro. Ensino remoto, games, aplicativos e estratégias de gamificação: entre possibilidades e incertezas. **Debates em Educação**, [S. l.], v. 13, n. 31, p. 1107–1131, 2021. DOI: 10.28998/2175-6600.2021v13n31p1107-1131. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/11831>. Acesso em: 3 fev. 2024.

VIANNA, Ysmar; VIANNA, Maurício; MEDINA, Bruno; TANAKA, Samara. **Gamification, Inc: como reinventar empresas a partir de jogos**. Rio de Janeiro: MJV Press, 2013. Disponível em < <http://livrogamification.com.br/>>. Acesso em 26 de julho de 2023.

VIEIRA, Luis Duarte; NICOLODI, Jean Carlos; DARROZ, Luiz Marcelo. A área de Ciências da Natureza nos PCNs e na BNCC. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 4, n. 5, p. 105-122, 20 ago. 2021.

WING, Jeannette Marie. **Computational thinking benefits society**. 40th Anniversary Blog of Social Issues in Computing, 2014.

**APÊNDICE A - Primeira avaliação (avaliação da aula 1)**

Nome: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

Nos ajude a avaliar este trabalho. Responda as perguntas abaixo de forma sincera:

1) Sobre esta aula, especificamente, determine o quanto gostou:

- a) (    ) gostei muito
- b) (    ) gostei
- c) (    ) indiferente
- d) (    ) não gostei
- e) (    ) não gostei muito

2) Em sua opinião, os conceitos que você aprendeu poderão te ajudar em conteúdos futuros?

- a) (    ) concordo muito
- b) (    ) concordo
- c) (    ) não concordo nem discordo
- d) (    ) discordo
- e) (    ) discordo muito

3) Qual o nível de expectativa para as próximas aulas?

- a) (    ) muito ansioso (a)
- b) (    ) ansioso (a)
- c) (    ) indiferente
- d) (    ) pouco ansioso (a)
- e) (    ) nada ansioso (a)

**APÊNDICE B – Avaliação da primeira rotação por estações**

Nome: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

Nos ajude a avaliar este trabalho. Responda as perguntas abaixo de forma sincera:

1) Sobre a primeira rotação por estações, determine o quanto gostou:

- a) (    ) gostei muito
- b) (    ) gostei
- c) (    ) indiferente
- d) (    ) não gostei
- e) (    ) não gostei muito

2) Em sua opinião, os conceitos que você aprendeu poderão te ajudar em conteúdos futuros?

- a) (    ) concordo muito
- b) (    ) concordo
- c) (    ) não concordo nem discordo
- d) (    ) discordo
- e) (    ) discordo muito

3) Qual estação você mais gostou? (responda até 3).

- a) (    ) Estação 1 - Teorias sobre a construção de Stonehenge
- b) (    ) Estação 2 - Onde a roda foi inventada e por que demoramos tanto para criá-la
- c) (    ) Estação 3 - Como foram erguidas as pirâmides do Egito?
- d) (    ) Estação 4 - Construção de uma catapulta
- e) (    ) Estação 5 - Construção de um carrinho
- f) (    ) Não gostei das estações

**APÊNDICE C - Avaliação da segunda rotação por estações**

Nome: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

Nos ajude a avaliar este trabalho. Responda as perguntas abaixo de forma sincera:

1) Sobre a primeira rotação por estações, determine o quanto gostou:

- a) (    ) gostei muito
- b) (    ) gostei
- c) (    ) indiferente
- d) (    ) não gostei
- e) (    ) não gostei muito

2) Em sua opinião, os conceitos que você aprendeu poderão te ajudar em conteúdos futuros?

- a) (    ) concordo muito
- b) (    ) concordo
- c) (    ) não concordo nem discordo
- d) (    ) discordo
- e) (    ) discordo muito

3) Qual estação você mais gostou? (responda até 3).

- a) (    ) Estação 1 - Classificando os tipos de alavancas
- b) (    ) Estação 2 - DESCUBRA A MINHA MASSA - uso da balança de braços iguais
- c) (    ) Estação 3 - Simulador PhET
- d) (    ) Estação 4 - Montando uma alavanca
- e) (    ) Estação 5 - Simulador Vascak
- f) (    ) Não gostei das estações

**APÊNDICE D – Avaliação da terceira rotação por estações**

Nome: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

Nos ajude a avaliar este trabalho. Responda as perguntas abaixo de forma sincera:

1) Sobre a terceira rotação por estações, determine o quanto gostou:

- a) (    ) gostei muito
- b) (    ) gostei
- c) (    ) indiferente
- d) (    ) não gostei
- e) (    ) não gostei muito

2) Em sua opinião, os conceitos que você aprendeu poderão te ajudar em conteúdos futuros?

- a) (    ) concordo muito
- b) (    ) concordo
- c) (    ) não concordo nem discordo
- d) (    ) discordo
- e) (    ) discordo muito

3) Qual estação você mais gostou? (responda até 3).

- a) (    ) Estação 1 – Parafuso de Arquimedes
- b) (    ) Estação 2 – Polias fixas e sistema de polias
- c) (    ) Estação 3 – Parafuso e plano inclinado
- d) (    ) Estação 4 – Pista de plano inclinado
- e) (    ) Não gostei das estações

## APÊNDICE E – Questionário de opinião

Caro estudante, você participou da aplicação do produto de mestrado oferecido pela Professora Marcela Schneider. Pedimos, por favor, que participe da avaliação desse material. Seja claro, objetivo e sincero nesta avaliação.

### I – Metodologia utilizada pela professora (forma de ensinar / teóricas intercaladas por práticas)

01 – Quais das notas você atribui à metodologia utilizada:

( ) 0 a 20 ( ) 20 a 40 ( ) 40 a 60 ( ) 60 a 80 ( ) 80 a 100

02 – Você gostaria de ter mais aulas pela metodologia usada (rotação por estações)?

( ) sim ( ) não

Por que? Justifique sua resposta.

---



---

03 – Para você, a professora tem domínio de sala e conteúdo?

( ) pouco ( ) razoável ( ) bom ( ) muito

04 – Os roteiros utilizados para desenvolver as práticas eram de fácil entendimento, objetivos e simples?

( ) sim ( ) não ( ) a maior parte, sim ( ) a maior parte, não

05 – Como você prefere a apresentação do conteúdo?

( ) *slides*

( ) leitura do livro

( ) escritos no quadro

### II – Experimentação (práticas)

01 – Quando seu grupo desenvolveu as práticas, houve entendimento (sintonia) entre o grupo?

( ) sim ( ) não ( ) a maior parte, sim ( ) a maior parte, não

02 – Em sua opinião, essa forma de trabalhar em grupos ajuda a interação entre os estudantes?

( ) sim ( ) não

Por que? Justifique sua resposta.

---



---

03 – Houveram situações em que não foi possível terminar uma prática?

( ) sim ( ) não

04 – Se houve, qual a razão?

( ) dificuldade em compreender o enunciado

- ( ) pouco tempo para desenvolver a pratica  
 ( ) falta de entrosamento ou dificuldade de trabalhar em equipe.

Outras:

---



---

05 – Quais as maiores dificuldades enfrentadas por você e por seu grupo?

- ( ) não houveram dificuldades significativas  
 ( ) na elaboração das respostas nos roteiros  
 ( ) nas resolução das atividades  
 ( ) no manuseio das maquetes.

Outras:

---



---

06 - Participar das práticas modificou a maneira como você enxerga a disciplina de Ciências/Física? Justifique.

---



---



---

07 – Você acredita que as atividades experimentais auxiliam na aprendizagem dos conteúdos da Ciências/Física? ( ) sim ( ) não

08 – Desenvolver aulas práticas fez com que você:

- ( ) se sentisse animado para aprender, pois foi um diferencial na aprendizagem  
 ( ) se sentisse muito animado, pois a aula fica mais dinâmica e ajuda a aprender melhor  
 ( ) se sentisse pouco atraído pela aula  
 ( ) preferisse ter aulas apenas teóricas

Justifique se essa for sua opção de resposta.

---



---

### III – Atividades Realizadas – (marque quantas achar necessário)

01 – Qual a sua opinião sobre a importância da análise dos resultados experimentais:

- ( ) fundamental para entender o experimento em toda sua plenitude  
 ( ) necessário para equacionar as relações entre as grandezas medidas  
 ( ) importante para confrontar os resultados obtidos com os da literatura  
 ( ) dispensável a análise, pois o experimento por si só “já diz tudo”  
 ( ) analisar os resultados não acrescenta nenhuma informação nova

02 – Você conseguiu relacionar os conteúdos teóricos com os experimentos realizados?

- ( ) sim, em praticamente tudo  
 ( ) sim, um pouco  
 ( ) sim, muito pouco  
 ( ) não, quase nada  
 ( ) não vi relação nenhuma

03 – Marque as estações que você achou mais relevantes (marque quantas achar necessário).

Encontro	Descrição da estação	(X)
<b>Rotação 1</b>	Estação 1 - Teorias sobre a construção de Stonehenge	
	Estação 2 - Onde a roda foi inventada - e por que demoramos tanto para criá-la	
	Estação 3 - Qual a principal teoria que explicaria como as pirâmides foram construídas?	
	Estação 4 - Construção de uma catapulta	
	Estação 5 - Construção de um carrinho	
<b>Rotação 2</b>	Estação 1 - Classificando os tipos de alavancas	
	Estação 2 - Descubra a minha massa - uso da balança de braços iguais	
	Estação 3 - Simulador PhET	
	Estação 4 - Montando uma alavanca	
	Estação 5 - Simulador Vascak	
<b>Rotação 3</b>	Estação 1 - Parafuso de Arquimedes	
	Estação 2 - Polias fixas e sistema de polias	
	Estação 3 - Parafuso e plano inclinado	
	Estação 4 - Pista de plano inclinado	

#### IV – Uso do Plickers

01 – Em sua opinião, o quiz no aplicativo Plickers (marque quantas achar necessário):

- ( ) foi útil para consolidar o conhecimento
- ( ) foi divertido
- ( ) foi cansativo
- ( ) me motivou a estudar o que não compreendi
- ( ) fiz por fazer
- ( ) foi indiferente
- ( ) poderia ocorrer com mais frequência
- ( ) me ajudou a entender algumas partes que não entendi nas aulas teóricas e práticas
- ( ) me desafiou
- ( ) podia ter menos perguntas
- ( ) o número de perguntas estava adequado
- ( ) podia ter mais perguntas
- ( ) nunca tinha usado
- ( ) já tinha usado nesta escola / outra escola
- ( ) serviu para eu aprender mais
- ( ) é uma ótima estratégia para revisão
- ( ) não gostei
- ( ) achei confuso