



INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
FLUMINENSE



Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física  
Sociedade Brasileira de Física  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

**Valdir Barbosa Junior**

**MÁQUINAS SIMPLES: APRENDIZAGEM BASEADA NO MÉTODO  
HÍBRIDO 'ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES' EM NÍVEL FUNDAMENTAL**

Campos dos Goytacazes/RJ  
2023



Valdir Barbosa Junior

## MÁQUINAS SIMPLES: APRENDIZAGEM BASEADA NO MÉTODO HÍBRIDO 'ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES' EM NÍVEL FUNDAMENTAL

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Dr. Pierre Schwartz Augé

Biblioteca  
CIP - Catalogação na Publicação

B147478 Barbosa Junior, Valdir  
3614289 MÁQUINAS SIMPLES: APRENDIZAGEM BASEADA NO MÉTODO  
81910m HÍBRIDO 'ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES' EM NÍVEL FUNDAMENTAL. /  
Valdir Barbosa Junior - 2023.  
156 f.

Orientador: Pierre Schwartz Augé

Dissertação (mestrado) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Fluminense, Campus Campos Centro, Curso de Mestrado  
Nacional Profissional em Ensino de Física, Anton Dakitsch, RJ, 2023.  
Referências: f. 94 a 99.

1. Ensino de Física . 2. Máquinas Simples. 3. Ensino Híbrido. 4. Rotação  
por Estações. I. Augé, Pierre Schwartz, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da Biblioteca do IFF  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

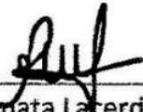
## MÁQUINAS SIMPLES: APRENDIZAGEM BASEADA NO MÉTODO HÍBRIDO 'ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES' EM NÍVEL FUNDAMENTAL

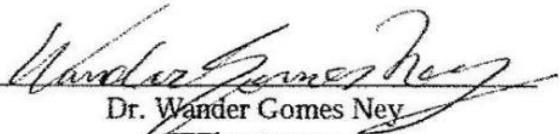
Valdir Barbosa Junior

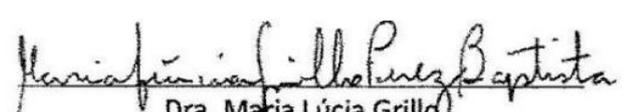
Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

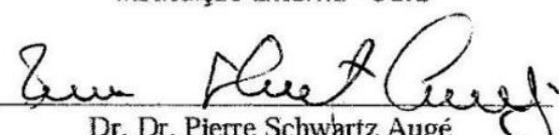
Aprovada em 09 de fevereiro de 2023.

Banca Examinadora:

  
Dra. Renata Lacerda Caldas  
IFFluminense

  
Dr. Wander Gomes Ney  
IFFluminense

  
Dra. Maria Lúcia Grillo  
Instituição Externa - UERJ

  
Dr. Dr. Pierre Schwartz Augé  
Presidente e Orientador(a) - IFFluminense

Campos dos Goytacazes/RJ  
2023

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho a minha mãe, D. Lélia, que à beira de sua máquina de costura me ensinou a estudar. A meu pai, Sr. Valdir (in memoriam), pelo seu exemplo de busca do conhecimento. A meus irmãos e irmãs que se dedicaram para meu desenvolvimento.

## **Agradecimentos**

Agradeço em primeiro lugar a Deus por me permitir realizar este projeto.

À minha esposa Marisa e ao meu filho Mateus por renunciarem a minha dedicação.

À minha filha Débora pela sua colaboração.

Ao meu colega Eduardo P. Rodrigues, coordenador de ciências da SEDUCT que incentivou e acreditou na conclusão desse projeto.

À Pierre S. Augé pela sua incansável dedicação e interminável paciência.

Ao IFF por compartilhar sua estrutura.

Ao corpo docente do MNPEF pela forma competente de transmitirem seus conhecimentos.

À CAPES pelo apoio financeiro.

## RESUMO

### MÁQUINAS SIMPLES: APRENDIZAGEM BASEADA NO MÉTODO HÍBRIDO 'ROTAÇÕES POR ESTAÇÕES' EM NÍVEL FUNDAMENTAL

Valdir Barbosa Junior  
Dr. Pierre Schwartz Augé

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

A presente pesquisa tem como objetivo principal investigar, sob a ótica da aprendizagem, um material didático baseado no método “rotação por estações”, sobre o tema Máquinas Simples, em nível fundamental. Propõe e aplica em sala de aula um material instrucional como auxiliar no aprendizado significativo de temas da física (máquinas simples) que abarquem métodos de ensino atuais e levem em consideração o desenvolvimento tecnológico na área das estratégias de ensino. Nas “estações” são aplicadas atividades diversas direcionadas ao estudo de máquinas simples, onde em cada uma um grupo de estudantes (4 ou 5 membros) deve passar um tempo determinado. Algumas dessas estações utilizam recursos compatíveis com as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC's). São utilizadas atividades como jogos, experimentos, leituras, vídeos, simulações, questões, dentre outras. O referencial teórico que fundamenta esta pesquisa é baseado, principalmente, na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e na Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud. Quanto à metodologia, adota-se uma perspectiva qualitativa, em específico, um Estudo de Caso, na interface entre o descritivo e o interpretativo. A aplicação ocorreu em uma turma da fase final do ensino fundamental, modalidade Jovens e Adultos, de uma escola pública, no município de Campos dos Goytacazes-RJ. Os dados coletados incluem as intervenções orais e escritas dos alunos durante a realização das atividades presentes no Produto Educacional. As observações docentes também foram levadas em consideração. A análise dos dados, na perspectiva da Análise de Conteúdo, permitiu as seguintes categorizações: concepções alternativas, diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, diversidade de situações, aprendizagem significativa dos conceitos, aprendizagem procedimental e atitude/perfis motivacionais. Por fim, foi possível identificar indícios de engajamento cognitivo e atitudinal em vias de uma aprendizagem significativa. A participação ativa dos alunos foi um ponto em destaque.

Palavras-chaves: Ensino de Física. Máquinas Simples. Ensino Híbrido. Rotação por Estações.

Campos dos Goytacazes/RJ  
2023

## **ABSTRACT**

### **SIMPLE MACHINES: LEARNING BASED ON THE BLENDED LEARNING “ROTATION BY STATIONS” AT A FUNDAMENTAL LEVEL.**

Valdir Barbosa Junior  
Dr. Pierre Schwartz Augé

Master's dissertation presented to the Program of Graduate Studies at the Federal Institute of Education, Science and Technology Fluminense, in the Course of Professional Master of Physical Education (MNPEF) as part of the requirements for obtaining the Master's degree in Physical Education.

(This research intends to propose and apply in the classroom an instructional material as a support in learning physics subjects (simple machines) that includes current teaching methods that consider technological development in teaching strategies. The proposal is to use blended learning following the method 'rotation by stations'. In these “stations” different activities are applied to the study of simple machines, where each group of students (with 4 or 5 members) must spend a certain time. Some of these stations will use resources that are compatible with Digital Information and Communication Technologies (DICT's). Activities such as games, experiments, readings, videos, simulations, questions, among others, will be used. Thus, the general objective of the research is to investigate whether the suggested educational product, based on the teaching method “Rotation by stations”, has the potential to provide a meaningful learning of concepts related to the theme of simple machines, at a fundamental level. The specific objectives are: i) to elaborate didactic material about simple machines based on the “Rotation by stations” method; ii) apply the didactic material to a class of ninth grade of elementary school; iii) assess the performance of students in front of the proposed activities in relation to the learning of concepts; iv) make adjustments to the didactic material in view of the critical analysis of its application; v) evaluate the attitudinal potential of the proposal, despite not being the focus of the research. The theoretical framework that underlies this research is mainly based on Ausubel's Meaningful Learning Theory and Vergnaud's Conceptual Fields Theory. As for the methodology, a qualitative perspective is adopted, specifically, a case study. The proposed educational product is expected to be relevant for conceptual learning.

Keywords: Simple machines. Blended Learning. Rotation by Stations

Campos dos Goytacazes/RJ  
2023

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Fluxo existente num conceito. ....	20
<b>Figura 2</b> - Alavanca.....	28
<b>Figura 3</b> - Efeito do centro de gravidade no levantamento de carga. ....	29
<b>Figura 4</b> - Torque. ....	30
<b>Figura 5</b> - Alavanca interfixa.....	31
<b>Figura 6</b> - Alavanca inter-resistente.....	31
<b>Figura 7</b> – Alavanca interpotente.....	31
<b>Figura 8</b> - Roldanas.....	32
<b>Figura 9</b> - Associação de roldanas. ....	32
<b>Figura 10</b> – Plano Inclinado.....	33
<b>Figura 11</b> - Código referente ao conteúdo Máquinas Simples.....	35
<b>Figura 12</b> – Planejamento para as escolas municipais em Campos dos Goytacazes.....	36
<b>Figura 13</b> – Livro “Ciência, Matéria e Energia”.....	37
<b>Figura 14</b> – Livro “Alcance EJA”.....	38
<b>Figura 15</b> – Livro “Ciência, Vida e Universo”. ....	39
<b>Figura 16</b> – Os tipos de Estudo de Caso. ....	42
<b>Figura 17</b> – Simulador plano inclinado e roldana.....	51
<b>Figura 18</b> – Mapa conceitual elaborado pelo grupo 4.....	71
<b>Figura 19</b> – Mapa conceitual elaborado pelo grupo 1.....	72

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>14</b>
2.1 TEORIAS COGNITIVAS DA APRENDIZAGEM .....	14
2.1.1 Algumas contribuições das teorias cognitivas da aprendizagem .....	14
2.1.2 A Teoria da Aprendizagem Significativa .....	16
2.1.3 A Teoria dos Campos Conceituais .....	18
2.2 ENSINO HÍBRIDO.....	21
2.3 ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES .....	23
2.4 MÁQUINAS SIMPLES .....	25
<b>3 METODOLOGIA DA PESQUISA</b> .....	<b>34</b>
3.1 O ENSINO .....	34
3.1.1 O Ensino de Máquinas Simples.....	35
3.1.2 O Produto Educacional Proposto.....	39
3.2 A PESQUISA.....	41
3.2.1 A Pesquisa Qualitativa .....	41
3.2.2 Os Sujeitos .....	42
3.2.3 Instrumentos .....	42
3.2.4 Análise dos Dados .....	43
<b>4 DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL</b> .....	<b>45</b>
4.1 COMENTÁRIOS INICIAIS .....	45
4.2 ROTEIRO DO PRODUTO.....	47
<b>5 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO</b> .....	<b>53</b>
<b>6 ANÁLISE DE DADOS</b> .....	<b>73</b>
6.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	73
6.2 DIALOGANDO COM OS REFERENCIAIS TEÓRICOS .....	74
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>90</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>94</b>
<b>APÊNDICE A</b> .....	<b>100</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo estudos (BRASIL, 2019; FOUREZ, 2003; 2016; POZO; GÓMEZ CRESPO, 2009), a situação da aprendizagem dos estudantes, em ciências naturais, vem piorando, mesmo mediante tantas informações que se tem pelas mídias virtuais e as tecnologias tão presentes em seu cotidiano. No tocante à Física, as dificuldades aumentam, pois os alunos não conseguem interpretar fenômenos específicos e têm falta de habilidades matemáticas (POZO; GÓMEZ CRESPO, 2001, p. 15-16). O resultado disto é o baixo aproveitamento nas aulas e, conseqüentemente, resultados ruins nas avaliações. A crise no ensino de ciências é atual e ela não está somente no alunado, mas nos professores, nos pais e na sociedade, que não conseguem fazer o aluno deixar de ser um mero expectador e admirador dos fenômenos físicos e das maravilhas tecnológicas, para fazer com que ele se veja como um participante ativo do processo de ensino e aprendizagem (FOUREZ, 2016).

A *Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)* coordena, desde o ano 2000, avaliações em nível mundial, como o programa internacional de avaliação de estudantes (PISA), que avalia a proficiência em matemática, leitura e ciências naturais, mostra que, no ensino básico o nível de conhecimento em ciências naturais está baixo em relação a outros países. Na América do Sul, o Brasil ficou em último lugar em 2018, segundo a avaliação divulgada pelo portal do Ministério da Educação (MEC). Dentre os estudantes brasileiros avaliados, 99% não conseguiram reconhecer a explicação correta para fenômenos científicos conhecidos. Isto revela que as estratégias realizadas em sala de aula pelos professores não atingiram seus objetivos, onde se confirma a piora e estagnação da aprendizagem na atualidade (BRASIL, 2018).

A presente pesquisa propõe um material instrucional (Apêndice A, p. 96) como auxiliar no aprendizado de temas da física (Máquinas Simples) que abarquem métodos de ensino atuais que levem em consideração o desenvolvimento tecnológico na área das estratégias de ensino. As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC's) foram desenvolvidas especialmente para criar uma aproximação dinâmica entre o discente e o conhecimento, de forma mais moderna e com respeito à realidade que estes têm no seu cotidiano como o uso de *smartphone*, *notebook*, com interações feitas em aplicativos e redes sociais, podendo proporcionar um maior grau de interesse aos conteúdos ministrados e maiores níveis de aprendizado (MORAN, 2015, p. 26).

Máquinas Simples é um tema da Mecânica, onde são apresentados instrumentos e/ou ferramentas que o ser humano elaborou ao longo da História, gerando equipamentos que contribuíram desde a construção de grandes obras, como as pirâmides, até a produção de grandes colheitas. As alavancas, a roda, a roldana, os planos inclinados e outros foram desenvolvidos desde a antiguidade,

onde registram-se as primeiras explicações, já feitas pelo filósofo grego Aristóteles (384-322 a. C.) e outros sobre seus princípios de funcionamentos, amplamente utilizados até hoje em dia (SANTOS, 2018, p. 3).

A intenção deste trabalho é utilizar as TDICS, num ambiente de ensino híbrido, que visa à participação integral do discente na construção do conhecimento e de forma flexível, onde este estuda de forma virtual, utilizando um meio tecnológico, e de forma presencial, envolvendo atividades também em grupos, sendo mediada pelo professor com auxílio de recurso digital.

A proposta é utilizar o ensino híbrido seguindo o método “rotações por estações” (HORN; STAKER, 2015, p. 37), o qual divide o trabalho desenvolvido em “estações”, que são lugares fixos numa sala de aula, laboratório ou um espaço qualquer adequado para os discentes. Nestas “estações” são aplicadas as atividades diversas direcionadas ao estudo das Máquinas Simples, onde em cada uma delas um grupo de estudantes (4 ou 5 membros) deve passar um tempo determinado. Em algumas dessas “estações” vão contar com as TDIC’s. O final de toda atividade é caracterizado pela passagem de todos os participantes em todas as “estações”, sendo que cada estação é independente da outra, com a conclusão de seus objetivos separados, e se completando ao final do ciclo. São utilizadas atividades como jogos, experimentos, leituras, vídeos, simulações, questões, dentre outras (CAVERSAN, 2016, p. 43-44).

O estudo das Máquinas Simples, utilizando o método “rotação por estações”, dará a oportunidade de cada envolvido neste processo conhecer a engenhosidade da mente humana empregada em produzir ferramentas e máquinas úteis, criadas para facilitar a vida ou gerar menos esforço, com as explicações físicas de seu funcionamento. É importante a utilização de ferramentas tecnológicas nestas etapas, visto que os discentes já as utilizam para fazerem pesquisas, elaborarem trabalhos e em seus relacionamentos como as interações de redes sociais. Espera-se que esses recursos gerem um ambiente de aprendizagem promissor.

Nesta perspectiva, é proposto o seguinte objeto de investigação: **em que medida uma proposta didática baseada no método “rotação por estações” tem relevância na aprendizagem do tema Máquinas Simples em nível fundamental?**

Assim, o objetivo geral da pesquisa é investigar se o produto educacional sugerido, baseado no método de ensino ‘rotação por estações’, uma vertente do ensino híbrido, possui potencial para a aprendizagem significativa de conceitos relacionados ao tema Máquinas Simples, em nível fundamental. Os objetivos específicos são: i) elaborar um material didático sobre Máquinas Simples baseado no método ‘rotação por estações’; ii) aplicar o material didático em uma turma de nono ano do ensino fundamental; iii) avaliar o desempenho dos alunos diante das atividades propostas com

relação à aprendizagem de conceitos; iv) fazer ajustes no material didático diante da análise crítica de sua aplicação; v) avaliar o potencial atitudinal da proposta, apesar de não ser o foco da pesquisa.

O referencial teórico que fundamenta esta pesquisa é baseado, principalmente, na Teoria da Aprendizagem Significativa, mais precisamente a desenvolvida por David Ausubel (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; POZO, 1998), cujo foco está no sujeito da aprendizagem e em seus conhecimentos prévios. Juntamente a esta teoria também lançar-se-á mão da Teoria dos Campos Conceituais, elaborada por Gérard Vergnaud (VERGNAUD, 1990), que destaca o processo mental para construção de conceitos durante a aprendizagem. Compõem também o quadro teórico da pesquisa aportes sobre o Ensino Híbrido e sobre o método de ensino conhecido por ‘Rotação por Estações’ (HORN; STAKER, 2015). Por fim, são feitas considerações sobre a teoria da física em torno do tema Máquinas Simples.

Quanto à metodologia de pesquisa, a investigação usa referenciais de pesquisa qualitativa. O estudo de caso, uma das abordagens do enfoque qualitativo e o escolhido para esta investigação, concentra-se na observação minuciosa de um contexto, um indivíduo, uma fonte documental ou um acontecimento específico (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 89). Técnicas específicas de coleta de dados podem ser utilizadas como, por exemplo, a observação participante e entrevistas informais. As atividades presentes ao longo do material didático e as observações docentes serão levadas em consideração. Portanto, será realizado um “estudo de caso de observação” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 90), entre o descritivo e o interpretativo (MOREIRA; ROSA, 2016, p. 14). O foco é uma turma do ensino fundamental de uma escola pública, no município de Campos dos Goytacazes-RJ.

A dissertação está estruturada em 7 capítulos. O capítulo 2 versa sobre a fundamentação teórica: teorias cognitivas da aprendizagem, o Ensino Híbrido, o método conhecido como ‘Rotação por Estações’ e, por fim, a física que embasa o tema Máquinas Simples. No capítulo 3, que trata da metodologia da pesquisa, há dois aspectos em relevo: o ensino, onde procurar-se-á fazer uma breve descrição do Produto Educacional e o contexto de aplicação; e a pesquisa, onde são feitos comentários sobre o caráter qualitativo da investigação, as técnicas de coleta de dados e os sujeitos envolvidos. No capítulo 4 é realizada uma descrição pormenorizada do Produto Educacional. A descrição da aplicação é apresentada no capítulo 5 e a análise dos dados, no capítulo 6. Por fim são feitas as considerações finais, objeto do capítulo 7.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este capítulo trata dos fundamentos teóricos que embasam esta pesquisa. Primeiramente serão apresentadas as teorias cognitivistas da aprendizagem, segundo a visão decorrente desenvolvida por David Ausubel e Gérard Vergnaud; em seguidas são feitas considerações sobre o Ensino Híbrido e o método de ensino ‘Rotação por Estações’; por fim, apresentam-se conceitos em física sobre alavancas.

### **2.1 TEORIAS COGNITIVAS DA APRENDIZAGEM**

Este trabalho toma como base a teoria cognitivista de Ausubel, conhecida como Teoria da Aprendizagem Significativa e a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, fazendo a interação entre estas e suas possíveis contribuições na aprendizagem. Então, em sequência, será feito um destaque de algumas contribuições da teoria cognitiva da aprendizagem na concepção dos seus principais expoentes e os pontos principais das teorias desenvolvidas por Ausubel e Vergnaud.

#### **2.1.1 Algumas contribuições da teoria cognitiva da aprendizagem**

A teoria cognitiva da aprendizagem faz um elo entre a psicologia e a educação, onde, segundo Moreira (1999, p.14), o cognitivismo chama justamente atenção pelo fato, ao contrário da teoria tradicional ou teoria comportamentalista, de como a aprendizagem ocorre no interior do sujeito. Sendo de interesse para a aprendizagem pesquisar e entender como os processos mentais superiores atuam quando uma pessoa, por exemplo, tem percepção, resolve problemas, toma decisões, processa informações e aprende.

Destaca-se como uma linha filosófica do cognitivismo, o construtivismo.

O construtivismo é uma posição filosófica cognitivista interpretacionista. Cognitivista porque se ocupa da cognição, de como o indivíduo conhece, de como ele constrói sua estrutura cognitiva. Interpretacionista porque supõe que os eventos e objetos do universo são interpretados pelo sujeito cognoscente. O ser humano tem a capacidade criativa de interpretar e representar o mundo, não somente responder a ele (MOREIRA, 1999, p. 15).

Este segmento teórico afirma que o sujeito é o responsável pela construção do seu conhecimento e é algo intrínseco à natureza humana, rivalizando com a ideia tradicional de que o professor, a escola o material didático, que são externos ao sujeito, fizessem com que a aprendizagem pudesse ocorrer. Como assinala um dos maiores autores construtivista, Jean Piaget,

o conhecimento não poderia ser concebido como algo predeterminado nas estruturas internas do sujeito, pois que estas resultam de uma construção efetiva e contínua, nem nas características preexistentes do objeto, pois estas só são conhecidas graças à mediação necessária dessas estruturas, e que estas, ao enquadrá-las, enriquecem-nas. (PIAGET, 2007, p. 1).

Seguindo duas linhas construtivistas que foram elaboradas no século XX e que têm influência e relevância na educação moderna, destacam-se o construtivismo de Piaget e o de Vygotsky.

Segundo Moreira (2009, p. 13-14), o construtivismo de Piaget é uma das teorias da aprendizagem mais conhecida atualmente, sendo ele um dos primeiros autores a escrever sobre esta área de conhecimento. Dentre seus estudos podem-se ressaltar algumas de suas contribuições no campo da aprendizagem como os períodos de desenvolvimento mental e também da equilíbrio majorante, a primeira transcorre sobre as etapas da vida do ser humano de quando e como ele aprende, a segunda apresenta o ‘desconforto’ intelectual gerado por uma informação ou conhecimento ainda não compreendido até que seja totalmente entendida. Estes estudos auxiliam no discernimento para a prática docente, servindo de apoio nas ações de planejamento. Como enfatiza Piaget (1998, p. 66), “as melhores aulas continuarão sendo letra morta se não forem apoiadas sobre a própria experiência, assim como as leis da física são impossíveis sem a manipulação de um material concreto”. Isso mostra a possibilidade de que aulas bem-preparadas e bem executadas não consigam atingir o seu objetivo. Podendo tal fracasso ser motivado pela falta de observação, durante o planejamento da aula, da necessidade real do aprendiz (sujeito), para assimilação e acomodação do conteúdo (objeto), de algo ligado à vivência do indivíduo que lhe seja tangível.

O cognitivismo de Vygotsky, de acordo com Moreira (1999, p. 19-20), tem a sociedade, a história e a cultura do indivíduo como elementos fundamentais na forma com que ele aprende, nas interações com o meio onde vive e cresce que se estabelece o vínculo com as linguagens verbais (falada e escrita) e não verbais, sendo o ser humano dependente das relações do seu entorno e de outras pessoas para seu desenvolvimento intelectual. Por isto esta teoria também é chamada de sócio-interacionista.

Conforme Vygotsky (1998), a interação social é capaz de provocar o aprendizado, ou seja, existe a influência provocada pelo meio onde o indivíduo vive com outras pessoas. Estas interações acontecem na relação familiar, na igreja, com os amigos, dentre outros. Pode-se inferir ainda que com o fenômeno da comunicação por meio da *internet*, as interações ocorrem em maior quantidade e velocidade, aumentando também a variedade de informações, sendo que existe um espaço organizado e preparado com a finalidade de promover o aprendizado, a escola.

Um das grandes contribuições desta teoria foi o desenvolvimento do conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), apresentada por Vygotsky (1998, p. 56), que compreende uma região potencial de aprendizagem que uma pessoa possa adquirir, ficando entre o que ela já sabe ou é capaz de realizar sem auxílio (desenvolvimento real), aquele conhecimento irá ser adquirido com auxílio de um mediador. Daí, como observa o próprio autor, é possível medir o nível de aprendizagem, na perspectiva de uma aprendizagem organizada, quando afirma que “o estado de desenvolvimento mental de uma criança só pode ser determinado se forem revelados os seus dois níveis: o nível de desenvolvimento real e a zona de desenvolvimento proximal.” (VYGOTSKY, 1998, p. 58).

No caso da escola, o professor tem o papel de mediador e não de um transmissor de conhecimentos. O professor estimula o aluno para que adquira a sua independência, criando um ambiente participativo e de colaboração mútua entre os alunos para que estes troquem ideias (Ibid., p. 87).

### **2.1.2 A Teoria da Aprendizagem Significativa**

Esta teoria foi desenvolvida num esforço para alcançar uma transformação almejada pelo seu autor devido ao sofrimento imputado a ele na escola e sua visão da ação dos profissionais que cuidavam dos estudantes, a causa é advinda de um período da vida de Ausubel, que chegou a comparar a escola a uma prisão e que o motivo das punições que eles recebiam era por serem crianças. (GOLD, 1944). É uma teoria baseada no cognitivismo pela valorização das atividades intelectuais desenvolvidas na mente, como acentuam Moreira e Masini (1982, p. 3).

O cerne da teoria da aprendizagem significativa é proposto por Ausubel como fator preponderante para aprendizagem de novos conhecimentos, ou seja, são os conhecimentos previamente adquiridos, aqueles saberes que toda pessoa detém pela sua experiência de vida, que são os conectores para que o sujeito possa de fato aprender. Pode-se observar isto quando ele mesmo diz: “se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fato isolado mais importante na aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos.” (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980, p. 137).

Porém, não são quaisquer conhecimentos que um indivíduo possua que venha a ter a capacidade de se ligar um novo conhecimento e gerar aprendizagem, conforme Moreira (2010, p. 7), são conhecimentos com certa especificidade, estes conseguem fazer uma conexão com o novo, então servem de “ancoragem” para o novo conhecimento e recebe o nome de subsunçor. Este é o elemento fundamental para aprendizagem significativa.

É observado por Ostermann e Cavalcanti (2010), que esta teoria pode ser colocada em prática em aulas de Física:

Uma abordagem ausubeliana ao ensino da Física envolve o professor em pelo menos quatro tarefas fundamentais. A primeira seria determinar a estrutura conceitual e proposicional da matéria do ensino, organizando os conceitos e princípios hierarquicamente. Uma segunda tarefa seria identificar quais os subsunçores relevantes à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, que o aluno deveria ter na sua estrutura cognitiva para poder aprender significativamente. Uma outra etapa importante seria determinar dentre os subsunçores relevantes, quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno. Finalmente, ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a assimilação da estrutura da matéria de ensino por parte do aluno e organização de suas próprias estruturas cognitivas nessa área de conhecimentos, através da aquisição de significados claros, estáveis e transferíveis. (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010, p. 23-24).

Contudo, deve-se ressaltar que para que ocorra a aprendizagem significativa deve se considerar a vontade do aprendiz em aprender, onde a sua disposição é imprescindível no processo, pois como seria possível ensinar alguém que não deseja o aprendizado? (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1978, p. 41).

Portanto, Ausubel entende o “armazenamento de informações no cérebro humano como sendo altamente organizado, formando uma hierarquia conceitual na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados (e assimilados) a conceitos mais gerais, mais inclusivos” (MOREIRA, 1982, p.7-8).

Ao contrário desta posição está a aprendizagem mecânica, que enfatiza o memorizar (decorar) fórmulas e conteúdos apenas para ocasiões específicas, como a realização de testes, provas e concursos. Este tipo de aprendizagem é mais propícia ao esquecimento, apesar de ser natural o esquecimento, pelo fato de que, o que se memorizou não ter nenhum significado para o aprendiz ou de não fazer sentido para sua vida (MOREIRA, 2009, p. 10-11). Para Novak (1998), a aprendizagem significativa oferece muito mais vantagens que a aprendizagem mecânica, uma delas seria que sua retenção é por mais tempo. Para ele “a aprendizagem significativa subjaz à integração construtiva entre pensamento, sentimento e ação, que conduz ao engrandecimento humano” (Ibid., 1998, p. 15).

Existem contextos em que o aprendiz não possui subsunçores suficientes para relacioná-los aos conhecimentos que desejam ser-lhe ensinados, então Ausubel apresenta a ideia do organizador prévio: “a principal função do organizador prévio é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber para que possa aprender significativamente a tarefa com que se depara.” (AUSUBEL, 1978, p. 171).

Na elaboração das aulas são necessárias escolhas acertadas de como serão abordados determinados conteúdos tendo como foco o aprendiz, sob este contexto e pensando nele devem-se preparar as aulas, o que Ausubel chama de material potencialmente significativo e explica

que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) e não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado ‘lógico’) e (2) que a estrutura cognitiva particular do aprendiz contenha ideias ancoradas relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material. (AUSUBEL, 2002, p. 1).

Durante processo de aprendizagem e desenvolvimento de conceitos, segundo Moreira e Masine (1982, p. 21), é importante introduzir o que Ausubel chamou de **diferenciação progressiva** e **reconciliação integrativa**, que ressaltam os aspectos de uma abordagem didática de conteúdos partindo sempre de conhecimentos mais abrangentes para aqueles mais específicos (diferenciação progressiva), sendo fundamental na preparação das aulas observar o que é mais geral e de fácil domínio intelectual, mostrar as diferenças e aos poucos ir aprofundando, uma vez que a mente funciona de forma hierarquizada, que parte do mais simples para o mais complexo, a diferenciação progressiva é um elemento facilitador e que pode auxiliar a aprendizagem. Com a mesma relevância, a reconciliação integrativa pode colaborar quando o professor inclui em sua programação as revisões e retomadas de conteúdo antes de iniciar um novo assunto para reforçar e aprofundar aquilo que já foi ensinado ou mesmo para retirar as dúvidas e integrar os conhecimentos, associando os aspectos agora mais específicos aos temas gerais introdutórios.

Existe uma relação clara entre a reconciliação integrativa e a diferenciação progressiva, pois na medida em que se aprofunda o conhecimento e mais tarde ao retomá-los eles podem ganhar novos significados ou serem aprimorados, conforme Novak e Gowin:

A reconciliação integradora de conceitos resulta, simultaneamente, no mínimo numa diferenciação mais profunda de conceitos relacionados. Quando ocorre uma alteração substancial no significado de um conceito (como no nosso exemplo onde os significados sólido, líquido e gasoso foram radicalmente alterados), o tomar consciência das novas relações produz aquele sentimento de “ah, ah!” que temos quando subitamente nos apercebemos de um novo significado ou de uma nova relação num tema de estudo. (NOVAK; GOWIN, 1984, p. 120).

### 2.1.3 A Teoria dos Campos Conceituais

A teoria desenvolvida por Vergnaud tem ênfase, de acordo com Moreira (2009, p. 37), em que “os conhecimentos estão organizados em campos conceituais”, porém o domínio de um campo conceitual pode durar muito tempo, então, seria possível dizer quando o aprendiz chegou ao que ele

chama de desenvolvimento cognitivo, isto seria quando consegue expressar o que aprendeu por meio de conceitos claros e precisos. Como afirmou Vergnaud, “a teoria dos campos conceituais supõe que o âmago do desenvolvimento cognitivo é a conceitualização.” (VERGNAUD, 1996, p. 118).

Para isto, é necessário o professor verificar quais as áreas de conhecimentos que o aprendiz não consegue explicar ou formalizar um conceito, ou seja, seria o levantamento dos conhecimentos implícitos que este já possui e que podem ser utilizados como base para a aprendizagem do conceito. Conforme o autor afirma:

O ensino direcionado à formalização é necessário, porém é preciso levar em conta que as ideias científicas evoluem no aluno, durante um longo período de desenvolvimento cognitivo, através de uma variedade de situações e atividades e que qualquer conhecimento formal e axiomatizado que o aluno apresenta pode não ser mais do que a parte visível de um *iceberg* formado basicamente por conhecimentos implícitos. (VERGNAUD, 1990, p. 21).

Pode-se entender que os campos conceituais, antes mesmo da formalização, estejam relacionados à realidade e fazem parte das experiências vivenciadas com influências culturais e sociais, conforme Vergnaud declara, “um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, conteúdos e operações de pensamento, conectados uns aos outros e, provavelmente, interligados durante o processo de aquisição.” (VERGNAUD, 1982, p. 40).

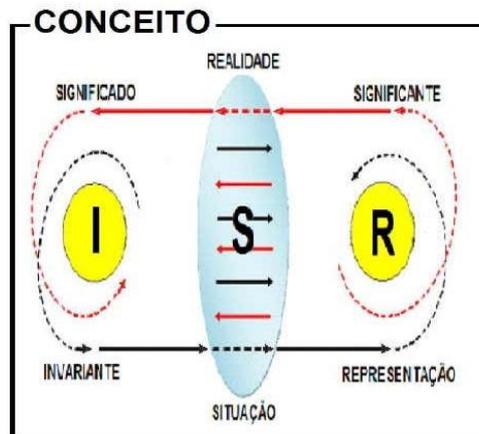
O ‘conceito’ foi definido por um triplete de conjuntos (S, I, R), explicado por Vergnaud assim:

S é um conjunto de situações que dão sentido ao conceito;  
 I é um conjunto de invariantes (objetos, propriedades e relações) sobre os quais repousa a operacionalidade do conceito, ou o conjunto de invariantes operatórios associados ao conceito, ou, ainda, o conjunto de invariantes que podem ser reconhecidos e usados pelos sujeitos para analisar e dominar as situações do primeiro conjunto;  
 R é um conjunto de representações simbólicas (linguagem natural, gráficos e diagramas, sentenças formais etc.) que podem ser usadas para indicar e representar esses invariantes e, conseqüentemente, representar as situações e os procedimentos para lidar com elas. (VERGNAUD, 1983, p. 393; 1990, p. 145; 1993, p. 8).

Diante disto, pode-se considerar que o entendimento e a utilização do conceito, na aprendizagem, só podem ser por meio dos três conjuntos juntos, sabendo que eles estão interligados (MOREIRA, 2009, p. 38).

O diagrama a seguir (Figura 1) representa o fluxo existente num conceito:

**Figura 1** - Fluxo existente num conceito.



Fonte: Castro (2020, p. 4).

Conclui-se, com base na figura 1, que o conceito está relacionado a um conjunto de situações (referente do conceito) ligadas à realidade do sujeito para ter um sentido, já o conjunto de invariantes (significado do conceito) é usado pelo sujeito, numa situação, de forma a controlá-la, dando significado ao sujeito; as representações (significante do conceito), por sua vez, indicam os invariantes e representam as situações (MOREIRA, 2002, p. 10).

Aprofundando-se nos elementos que constituem um campo conceitual, ponto em relevo que “as situações que dão sentido ao conceito”, Moreira (2002, p. 11) explica que estas implicam em uma tarefa e que para a realização de uma tarefa complexa pode haver o envolvimento de outras menores, subjacentes, que, por sua vez, têm importância e influência no resultado final. Quanto mais variedades de situações existentes num conceito, mais significado ele ganha.

A definição de “sentido” trabalhada por Vergnaud traz à tona um elemento formulado por Piaget que é o “esquema”, mas com referência a situações. Relacionando-os, infere:

O sentido é uma relação do sujeito com as situações e com os significantes. Mais precisamente, são os esquemas, i.e., os comportamentos e sua organização, evocados no sujeito por uma situação ou por um significante (representação simbólica) que constituem o sentido dessa situação ou desse significante para esse indivíduo (VERGNAUD, 1990, p. 158).

Para Vergnaud (2009, p. 21), o esquema é a “organização invariante do comportamento para uma determinada classe de situações”. Neles [nos esquemas] estão organizadas as habilidades cognitivas para se tornarem operatórias (VERGNAUD, 1993, p. 2).

Os invariantes operatórios, que são os conhecimentos contidos nos esquemas, apresentam-se como “conceito-em-ação” e “teorema-em-ação”. Em síntese, “teorema-em-ação é uma proposição considerada como verdadeira sobre o real; conceito-em-ação é uma categoria de pensamento tida como pertinente” (MOREIRA, 2002, p. 17). Ainda acrescenta que, havendo dificuldade do aprendiz em formalizar o conhecimento, poderá explicitá-lo e, com a mediação do professor, transformá-lo gradativamente.

Os conceitos são formalizados por meio de linguagens e símbolos, e estas são as representações que devem estar ligadas às situações. Este processo é um facilitador na comunicação e em todo fluxo até a conceitualização, então, a mediação deve se concentrar nesta etapa, no sentido de que o sujeito possa fazer um fácil reconhecimento dos elementos referentes à situação (MOREIRA, 2002, p. 17).

Moreira confirma a importância do professor, na visão da teoria dos campos conceituais, no tocante ao auxílio que o estudante deve receber para conseguir elaborar e expressar seus conhecimentos:

A maioria desses conceitos e teoremas-em-ação permanece totalmente implícitos, mas eles podem também ser explícitos ou tornarem-se explícitos e aí entra o ensino: ajudar o aluno a construir conceitos e teoremas explícitos, e cientificamente aceitos, a partir do conhecimento implícito. (MOREIRA, 2002, p. 16).

Pode-se inferir ainda uma convergência importante entre a Teoria dos Campos Conceituais e a Teoria da Aprendizagem Significativa quando ambas tratam e destacam o conhecimento que o sujeito já dispunha ou foi anteriormente adquirido. Seja como conhecimento implícito ou conhecimento prévio, apesar das diferenças, ambas as definições são fundamentais para produção de conceitos ou para uma aprendizagem significativa (MOREIRA, 2002, p. 20).

## 2.2 ENSINO HÍBRIDO

O Ensino Híbrido constitui uma abordagem de ensino que aproxima a escola do estudante por causa da realidade tecnológica que ele já vivencia, principalmente por causa da *internet*, não diferenciando espaços e tempo, ou seja, em qualquer lugar e em qualquer momento pode-se ter acesso ao conhecimento. Nesta perspectiva,

[...] é um programa de educação formal no qual um estudante aprende, pelo menos em parte, por meio do ensino *on-line*, com algum elemento de controle do aluno sobre o tempo, local, caminho e/ou ritmo do aprendizado; pelo menos em parte em uma localidade física supervisionada, fora de sua residência e que as modalidades ao longo do caminho de aprendizado de cada estudante, em um curso ou matéria estejam conectados, oferecendo uma experiência de educação integrada. (CHRISTENSEN; STAKER; HORN, 2013, p. 8).

Como o próprio nome do método sugere, o Ensino Híbrido tem a característica de mesclar o ensino presencial e físico com o ensino à distância e virtual, propiciado por meios tecnológicos, e que de forma *on-line* possa ser feita a interação com professor, colegas e conhecimento. A sala e o horário das aulas podem não ser os únicos momentos para aprendizagem e que criarão inúmeras possibilidades de interdisciplinaridade, despertando a curiosidade e, conseqüentemente, o aprofundamento nos conteúdos ministrados.

Híbrido significa misturado, mesclado, *blended*. A educação sempre foi misturada, híbrida, sempre combinou vários espaços, tempos, atividades, metodologias, públicos. Esse processo, agora, com a mobilidade e a conectividade, é muito mais perceptível, amplo e profundo: é um ecossistema mais aberto e criativo. Podemos ensinar e aprender de inúmeras formas, em todos os momentos, em múltiplos espaços. Híbrido é um conceito rico, apropriado e complicado. Tudo pode ser misturado, combinado, e podemos, com os mesmos ingredientes, preparar diversos “pratos”, com sabores muito diferentes. (MORAN; BACICH, 2015, p. 22).

O Ensino Híbrido torna a escola mais ampla do ponto de vista do alcance de ensino, indo além de seus muros com o acesso ao conhecimento e com o direcionamento sendo realizado como se estivesse dentro da escola, sob a supervisão do professor, tendo em vista possibilidades de acesso por meio de *smartphones* do próprio estudante ou salas de informática da escola com computadores (MORAN; BACICH, 2015, p. 1).

No artigo sobre ensino híbrido, Anjos e colaboradores (2019, p. 210) descrevem três combinações realizadas com este método que explica o que o faz ser um modelo de ensino disruptivo. A primeira é “a combinação do ensino presencial com o ensino a distância”, mas não se pode apenas considerar este aspecto como uma vantagem e sim as inúmeras potencialidades que ele pode proporcionar. A segunda combinação, “ensino-aprendizagem tradicional e *on-line*” tem o aspecto, por causa do meio tecnológico envolvido, de fazer do estudante o protagonista de todo processo utilizando as habilidades e conhecimentos que já dispõe e que são comuns aos jovens, envolvendo-os em sua própria aprendizagem. A terceira trata da “mescla de métodos educacionais combinados a um currículo mais flexível”, então, o currículo deve ser adaptado pedagogicamente para esta nova realidade para que os conteúdos e materiais *on-line* e *off-line* possam ser aplicados positivamente pelos métodos que abarcam o ensino híbrido.

Os pesquisadores do Clayton Christensen Institute<sup>1</sup> destacam, dentro do que eles chamam de ‘zona híbrida’, o ‘modelo de rotação’ que tem a característica de alternância de ambientes com a

---

<sup>1</sup> Instituto fundado sob a inspiração do professor da Universidade de Harvard Clayton Christensen, que se dedica, dentre outros temas, à educação inovadora e ao ensino híbrido.

orientação do professor e que podem se desdobrar quatro métodos: Sala de aula invertida; Laboratório Rotacional; Rotação Individual; Rotação por Estações. (CHRISTENSEN, 2013, p. 29).

Conforme Horn e Staker (2015, p. 43), na sala de ‘sala de aula invertida’ os estudantes têm acesso ao material de estudo e orientações do professor, cada um, em casa pela *internet* e depois, com encontro presencial, passam a estudar e discutir o assunto da aula com maior profundidade. Neste método, aquilo que tradicionalmente tem início na escola fica transferido para casa como ‘lição de casa’, utilizando-se de textos e vídeos, aulas no *youtube*, por exemplo, e depois normalmente a aula na escola.

No ‘laboratório rotacional’, as aulas acontecem na escola com a tutoria de um professor na própria sala ou no laboratório de informática, onde de forma *on-line* utilizando-se *tablets*, celulares ou computadores, uma parte da turma desenvolve individualmente as atividades passadas pelo professor da turma, enquanto a outra parte da turma está com o professor realizando uma outra atividade em classe. Posteriormente, a parte da turma que estava com professor irá fazer a atividade que o outro grupo estava realizando para completar o ciclo (BACICH; MORAN, 2015, p. 46).

Com um roteiro de atividades individualizado elaborado pelo professor, no modelo de ‘rotação individual’, cada estudante recebe a sua atividade para ser realizada no computador e tem a liberdade de executar na ordem que desejar, podendo ou não, de acordo com a disponibilidade de computador, ter um tempo específico para terminá-la. Até mesmo porque, nem todos os estudantes irão realizar as mesmas atividades, como enfatiza Anjos e colaboradores (2019, p. 211), “já que neste nicho cada aluno tem um roteiro em que não necessariamente irão passar pelas mesmas estações ou ver um determinado conteúdo com a mesma cronologia”, ou seja, cada um poderá seguir no seu próprio ritmo e concluir em tempos diferentes.

Em seguida é apresentada de forma mais consistente o modelo ‘rotação por estações’, que será amplamente utilizado nesta pesquisa.

### 2.3 ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES

A característica deste método de ensino é a divisão da turma ou classe em vários grupos e a elaboração de vários ambientes de aprendizagens diferentes, denominados de estações, em que cada grupo formado irá passar por cada estação numa espécie de circuito com atividades diferentes e independentes planejadas pelo professor para cada estação, iniciando e terminando toda atividade para ir à próxima estação, onde pelo menos em uma delas deve conter uma atividade *on-line*.

Inicialmente, as instruções são dadas à turma sobre o que será realizado em cada estação e o tempo de realização das tarefas e, ao seu término, quando todos os grupos passarem por todas as

estações, a turma discutirá o que ocorreu em cada etapa de forma a elaborar uma conclusão formalizada (CHRISTENSEN; HORN; STAKER, 2013).

Este modelo tem algo peculiar dentro do modelo híbrido porque alcança a maior interatividade entre os estudantes, enfatizado na formação de grupos para que em equipe possam realizar as atividades e resolver problemas, além das que são feitas individualmente. Como afirma Bacich e Moran (2015, p. 47): “é importante notar a valorização de momentos em que os alunos possam trabalhar colaborativamente e momentos em que trabalhem individualmente”.

Este modelo é flexível e permite adaptações que irão fornecer a escola a melhor forma de aplicar seu projeto de acordo com a organização do ambiente ou espaço que escola possua e até mesmo em combinação com outro modelo, como fez Caversan (2016, p. 72): “o modelo de ensino híbrido empregado nesta pesquisa foi composto de dois modelos propostos por Horn (2015): mesclamos o modelo de LABORATÓRIO ROTACIONAL com o modelo de ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES”.

Em outro trabalho envolvendo o método de ensino híbrido, destaca-se a mescla entre ‘rotação por estações’ e ‘sala de aula invertida’, desenvolvido por Jiupato (2020). Sua pesquisa foi implementada com estudantes do ensino fundamental na disciplina de ciências, em turmas de 7º ano e 8º ano, introduzindo conteúdos de biologia e física (JIUPATO, 2020, p. 44). Com uma produtividade variada de atividades realizadas pelos estudantes, que estavam contidas nos planos de aula para cada estação, apresentava roteiros para serem seguidos na ‘sala de aula invertida’, culminando na confecção de mapas mentais, tabelas, gráficos e portfólio dos trabalhos apresentados. Segundo o autor rederam resultados mais satisfatórios do que as aulas que eram praticadas no modelo tradicional. Foi introduzido pelo autor, também, uma forma de avaliar qual dos métodos estava na preferência de cada aluno, comparando as modalidades utilizando questionário para que o estudante pudesse opinar dentre um leque de palavras que definissem como foi a aula (JIUPATO, 2020, p. 62).

Após a coleta e análise dos dados, chegou-se à conclusão da preferência pelo modelo ‘rotações por estações’, pelo motivo deles ainda associarem negativamente o modelo de ‘sala de aula invertida’ com aspectos da aula tradicional (Ibid., p. 64). Ressaltando os motivos positivos que levaram os estudantes a escolherem o modelo ‘rotações por estações’:

A partir da análise do relato dos estudantes, em relação aos modelos de Ensino Híbrido desenvolvidos, pude perceber uma predileção pelo modelo de Rotação por Estações em relação à Sala de Aula Invertida. Este modelo apresenta mais elementos motivadores de acordo com a Teoria Motivacional da Autodeterminação. (JIUPATO, 2020, p. 75).

Nesta mesma posição, que destaca o método ‘rotação por estações’, está a apresentação de Altino Filho e colaboradores (2019), aplicado no ensino de física a estudantes do ensino médio de uma

escola particular da Zona da Mata mineira, cujo objetivo era obter a percepção dos discentes acerca deste método na aprendizagem do conteúdo de movimentos verticais e averiguar o seu nível de aceitação e adequação no desenvolvimento deste método.

Coletando dados por meio de questionário ao fim de cada estação, com 32 estudantes, pode-se construir gráficos demonstrativos de qual era a percepção de cada um, quanto a alguns aspectos como: “grau de aceitação”, “contribuição para o aprendizado de movimentos verticais”, “satisfação com a experiência em cada estação”, “promoção da colaboração nas equipes” e “sobre o tempo de realização das tarefas nas estações” (ALTINO FILHO et al., 2019, p. 3-5). A conclusão da aplicação do método para aprendizagem foi satisfatória em todos os aspectos pesquisados, conforme revelam as considerações finais:

Pelos resultados, observamos que o modelo teve grande aceitação e impacto no aprendizado dos alunos, sendo necessário focar em atividades que envolvam estratégias ‘gameficadas’ e com uso de tecnologia e administrar de forma adequada o tempo para a realização das tarefas. Dessa forma, podemos afirmar que a adoção de modelos do Ensino Híbrido deve ser amplamente difundido na sala de aula da Educação Básica como forma de promover situações de aprendizagem que engajam os alunos e atendem ao cenário da sociedade atual. (ALTINO FILHO et al., 2019, p. 06).

Na descrição de Moura (2018), em sua dissertação com o título ENSINO HÍBRIDO NO ENSINO DE ELETROMAGNETISMO, utilizando ‘rotação por estações’ e ensino híbrido como métodos de aprendizagem, ressaltou que o modelo de ‘rotação por estações’ “permite a personificação do ensino” (MOURA, 2018, p. 40). Baseado no princípio de que cada ser humano é um indivíduo com características e experiências diferentes e que o estudante deve exercer protagonismo em sua aprendizagem, cada um dentro do seu próprio ritmo de aprendizagem, pode chegar em tempos diferentes ao mesmo objetivo. Portanto, este método permite que ele mesmo construa o seu próprio conhecimento com a diversidade de atividades que estimulam o pensamento e a criatividade por meio de ferramentas tecnológicas que permeiam o seu cotidiano.

Na execução das atividades, cada estação desperta no discente o senso de responsabilidade, pois cabe a eles o gerenciamento da atividade e a administração do tempo, sabendo-se que existe um limite de tempo estabelecido para cada estação para que se alcance o objetivo proposto pelo professor, o que tornam as estações “dinâmicas, atrativas e desafiadoras” (MOURA, 2018, p. 41).

## 2.4 MÁQUINAS SIMPLES

A história do desenvolvimento humano foi marcada pela habilidade de construir ferramentas ou instrumentos para atividades que eram realizadas para a sua sobrevivência, principalmente por

pessoas que pensavam em como facilitar ou tornar menos penosas estas atividades do dia a dia, com a ambição de sempre construir e produzir algo melhor. Com criatividade e uso da razão foi possível produzir, na antiguidade, equipamentos que contribuíram desde a construção de grandes obras, como as pirâmides, até a produção de grandes colheitas. As alavancas, a roda, a roldana e outros foram desenvolvidos neste período, onde registram-se as primeiras explicações feitas pelo filósofo grego Aristóteles (384-322 a. C.) e outros sobre seus princípios de funcionamentos, abrangentemente utilizados até o dia de hoje (SANTOS, 2018, p. 3).

Também na Grécia antiga, o matemático Arquimedes de Siracusa (288-212 a. C.), que é muito citado nos livros didáticos de ciências e física, devido ao desenvolvimento de máquinas simples como o parafuso e instrumentos mecânicos, desenvolveu a lei das alavancas num contexto de equilíbrio, como se refere Cardoso, Freire e Mendes (2003, p. 3): “Neste artigo abordaremos a sua lei da alavanca levando em consideração uma análise do seu trabalho original Sobre o Equilíbrio dos Planos ou os Centros de Gravidade dos Planos”.

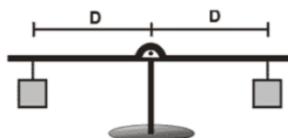
Arquimedes fez a elaboração de seis postulados explicando o equilíbrio e o centro de gravidade em uma alavanca:

Eu postulo o seguinte:

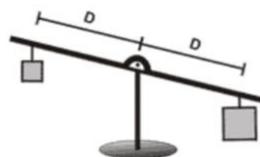
1. Pesos iguais a distâncias iguais estão em equilíbrio, e pesos iguais a distâncias desiguais não estão em equilíbrio, mas pendendo para o lado do peso que está a maior distância.
2. Se, quando pesos a certas distâncias estão em equilíbrio, alguma coisa foi adicionada a um dos pesos, eles não ficam [mais] em equilíbrio, mas inclinados para o peso ao qual foi feita a adição.
3. Similarmente, se alguma coisa é tirada de um dos pesos, eles não ficam em equilíbrio, mas pendendo para o peso do qual não foi nada tirado.
4. Quando figuras planas semelhantes e iguais coincidem quando sobrepostas uma sobre a outra, seus centros de gravidade coincidem do mesmo modo.
5. Em figuras que são desiguais, mas similares, seus centros de gravidade estarão situados similarmente. Por pontos situados similarmente em relação a figuras similares, entende-se pontos tais que se as linhas retas forem traçadas a partir deles, formando ângulos iguais, elas formam ângulos iguais com os lados correspondentes.
6. Se magnitudes [grandezas, extensões] a certas distâncias estão em equilíbrio, outras grandezas iguais a elas também estarão em equilíbrio nas mesmas distâncias (ARQUIMEDES apud HEATH, 1952, p. 502-509).

Cardoso, Freire e Mendes (2003, p. 223) apresentam as proposições de Arquimedes e suas representações:

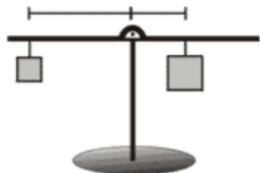
PROPOSIÇÃO 1: Pesos que se equilibram a distâncias iguais são iguais.



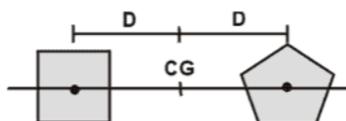
PROPOSIÇÃO 2: Pesos desiguais a distâncias iguais não se equilibram e irão inclinar para o lado do peso maior.



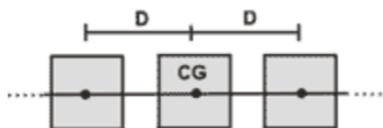
PROPOSIÇÃO 3: Pesos desiguais irão se equilibrar a distâncias desiguais com o peso maior estando à menor distância.



PROPOSIÇÃO 4: Se dois pesos iguais não têm o mesmo centro de gravidade, o centro de gravidade de ambos, tomados juntos, estão no ponto médio de uma linha unindo seus centros de gravidade.

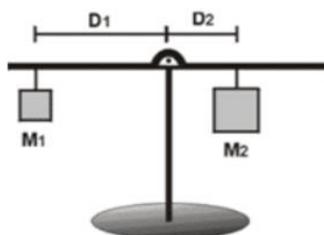


PROPOSIÇÃO 5: Se três magnitudes iguais têm seus centros de gravidade sobre uma linha reta a distâncias iguais, o centro de gravidade do sistema irá coincidir com aquele de magnitude no meio.



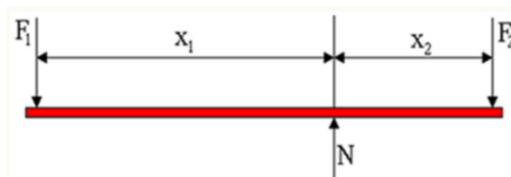
PROPOSIÇÕES 6 e 7: Se duas magnitudes são comensuráveis [Prop. 6] ou incomensuráveis [Prop. 7], elas se equilibram a distâncias reciprocamente (inversamente) proporcionais às magnitudes.

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{M_2}{M_1}$$



Analisando-se o esquema de uma alavanca, conforme na figura 2, pode-se ressaltar que as condições necessárias para o equilíbrio das alavancas, segundo Hibbeler (2010, p. 165), dependem das condições a seguir:

**Figura 2 - Alavanca.**



Fonte: <<https://www.preparaenem.com/fisica/maquinas-simples-alavancas.htm>>.

Que a força resultante seja igual a zero.

$$N - F_1 - F_2 = 0.$$

Que a soma dos momentos seja igual zero.

$$F_1 x_1 - F_2 x_2 = 0$$

Resumidamente:

$$\sum F = 0,$$

$$\sum M_o = 0.$$

Daí, então, pode-se determinar:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{x_1}{x_2}.$$

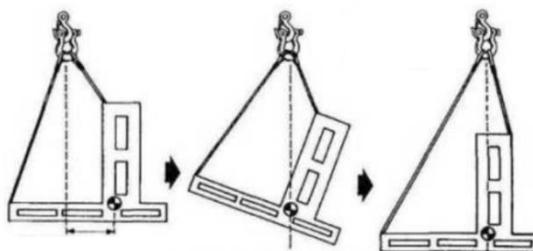
Young e Freedman (2005, p. 117) comentam que este mesmo princípio, do equilíbrio de uma partícula, obedece a 1ª lei de Newton quando está em repouso ou movimento retilíneo uniforme de acordo com um referencial inercial. Reforça a ideia de que um exemplo qualquer de uma força que sustenta um objeto ou corpo estático, também é o mesmo caso desta partícula, enunciada por ele. Onde a força resultante atuante sobre ela é igual à soma vetorial de todas as forças atuantes e é igual a zero.

O ponto de equilíbrio de um corpo é uma região de interesse prático que permeia todo cotidiano e, por causa disso, é procurado para ser identificado por causa de sua aplicação no equilíbrio de objetos em geral. Encontrar ou conhecer este ponto é de grande relevância para se colocar um corpo em repouso ou movimento, como é visto nos exemplos do Halliday e Resnick (2007, p. 192) quando classifica o ponto de equilíbrio em três tipos: equilíbrio indiferente, equilíbrio instável e equilíbrio estável. Observa-se, em todos os casos, a existência de um ponto exato onde uma força é aplicada no

corpo em que ele não possuirá energia cinética, somente energia potencial gravitacional, portanto, permanecendo o corpo em repouso em relação um referencial.

Esse ponto de uma região superficial pode ser identificado em coordenadas cartesianas (x, y). Esse local, fisicamente, representa a concentração da massa de todo o corpo e por isso é chamado de centro de massa e, na geometria, de baricentro. Young e Freedman (2005, p. 325) apontam que a ação gravitacional sobre um corpo com centro de massa localizado em (x, y), agora esta mesma região é denominada como centro de gravidade de mesma coordenada (x, y), coincidindo com centro geométrico de um corpo homogêneo, por onde passa o eixo de simetria e é onde se encontra o centro de gravidade. Ainda ressaltam que, por causa do equilíbrio, a posição de suporte ou sustentação de um corpo deve estar sempre acima, abaixo ou no próprio ponto do centro de gravidade para que não ocorra movimento de rotação. Como se verifica no exemplo a seguir, da figura 3, em que a estabilidade no levantamento de uma carga só é atingida quando é feito o alinhamento com o centro de gravidade (cg), posicionando o corpo em equilíbrio estático.

**Figura 3** - Efeito do centro de gravidade no levantamento de carga.



Fonte: <<http://practicalmaintenance.net/?p=748>>.

O Equilíbrio estável ocorre quando o corpo volta para sua posição inicial, se deslocado. Esta situação se estabelece quando o ponto de sustentação está acima do centro de gravidade.

O centro de massa de partículas pode ser localizado, segundo Halliday e Resnick (2007, p. 219-220), por meio de coordenadas do plano cartesiano e suas massas:

$$x_{CM} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3 + \dots + m_n x_n}{m_1 + m_2 + m_3}$$

$$x_{CM} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3 + \dots + m_n x_n}{M}$$

$$x_{CM} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n m_i x_i.$$

Assim, para se encontrar o ponto no espaço, nas coordenadas (x, y, z):

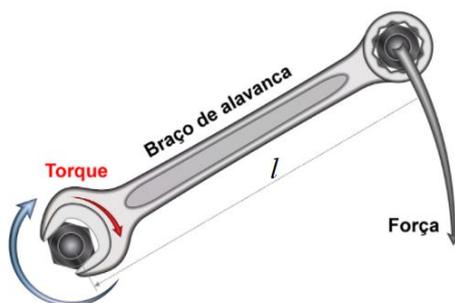
$$x_{CM} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n m_i x_i ; \quad y_{CM} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n m_i y_i ; \quad z_{CM} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n m_i z_i.$$

O centro de massa (CM) de um sistema de corpos massivos, como de objetos comuns constituídos de átomos, pode ser localizado por uma distribuição contínua de massa, onde as partículas dos elementos infinitesimais de massa  $dm$  que, ao serem somadas, obtêm-se por integrais das posições  $(x, y, z)$ :

$$x_{CM} = \frac{1}{M} \int x \, dm ; \quad y_{CM} = \frac{1}{M} \int y \, dm ; \quad z_{CM} = \frac{1}{M} \int z \, dm.$$

Young e Freedman (2005, p. 295) apontam a possibilidade de ocorrência de movimento em um corpo a partir de uma força aplicada que o retira do repouso em relação a qualquer referencial inercial produzindo movimento de translação ou de rotação em torno de seu centro de massa. Esta relação de movimento e força aplicada a uma distância ( $l$ ) é chamada de torque ou momento, que possui elemento denominado braço de alavanca, que é a distância  $l$  entre a aplicação da força (força potente) e o ponto de apoio (força resistente), assim dizendo que “o torque fornece a medida quantitativa de como a ação de uma força pode produzir o movimento de rotação de um corpo” (YOUNG; FREEDAN, 2005, p. 288), que ainda definem: “torque ou momento de uma força em relação a um ponto é o produto do módulo da força pelo braço da alavanca” (YOUNG; FREEDAN, 2005, p. 289), em que o torque é representado pela letra grega  $\tau$  (tau), a força aplicada pela letra  $F$  e a distância pela letra  $l$ , tem-se que  $\tau = F.l$ . Enfatiza-se que quanto maior o braço de alavanca maior será o torque produzido pela força (Figura 4).

**Figura 4 - Torque.**

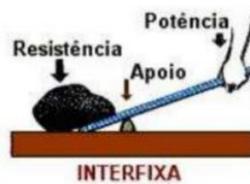


Fonte: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/torque-ou-momento-de-uma-forca.htm>>.

As alavancas pertencem ao grupo de máquinas simples que, segundo Ramalho, Nicolau e Toledo (2007, p. 416), só operam se existir um ponto de apoio A em relação com duas forças, chamadas de potente ( $F_p$ ) e resistente ( $F_r$ ). Podem ser classificadas em três tipos de acordo com a posição do ponto de apoio e estas forças:

- Alavancas interfixas, onde o ponto de apoio está localizado entre as duas forças, ou seja, o ponto A está entre  $F_p$  e  $F_r$  (Figura 5).

**Figura 5** - Alavanca interfixa.



Fonte: Panzera, Gomes e Moura (2010, p. 9).

- Alavancas inter-resistentes, em que a força resistente está localizada entre o ponto de apoio e a força potente, ou seja,  $F_r$  está entre o ponto A e  $F_p$  (Figura 6).

**Figura 6** - Alavanca inter-resistente.



Fonte: Panzera, Gomes e Moura (2010, p. 9).

- Alavancas interpotente, em que a força potente está localizada entre o ponto de apoio e a força resistente, ou seja,  $F_p$  está entre o ponto A e  $F_r$  (Figura 7).

**Figura 7** - Alavanca interpotente.

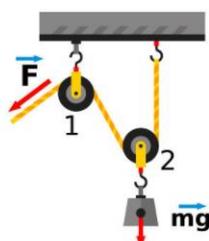


Fonte: Panzera, Gomes e Moura (2010, p. 9).

Outra máquina simples que se destaca pelo uso e eficiência são as polias ou roldanas. Elas podem oferecer vantagem mecânica, que significa diminuição da força potente a ser realizada, por meio de um ponto fixo e uma polia móvel. A relação pode ser expressa da seguinte forma (Figura 8):

$$F_p = \frac{F_r}{2}$$

**Figura 8 - Roldanas.**



Fonte: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/polias.htm>>.

É possível fazer associação de várias polias de forma a reduzir ainda mais o esforço realizado pela força potente, de acordo com a quantidade de polias móveis a serem utilizadas (Figura 9):

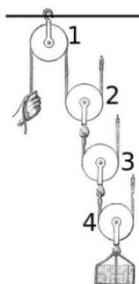
$$F_p = \frac{F_r}{2^n}$$

Sendo:

n – o número de polias;

$F_r$  – peso = m.g.

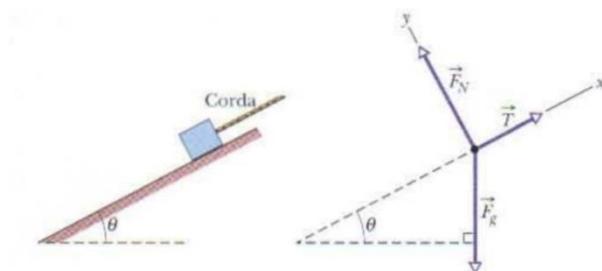
**Figura 9 - Associação de roldanas.**



Fonte: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/polias.htm>>.

O Plano Inclinado, também como um dos tipos de Máquinas Simples, pode ser considerado como um instrumento que diminui o esforço a ser aplicado, conforme Halliday e Resnick (2007, p. 110 -111), auxiliando no transporte de uma carga, pois no soerguimento de um objeto de massa  $m$ , quando elevada verticalmente, a força exigida é muito superior de quando se é colocada em Plano Inclinado e tracionada para cima, como mostra a figura 10, a seguir:

**Figura 10** – Plano Inclinado.



Fonte: Halliday e Resnick (2007, p. 110).

Como o peso ou a força gravitacional é  $F_g = mg$  para o levantamento da carga que possui massa  $m$  e a tensão para da corda para tracionar a carga é  $T = mgsen\theta$ , sendo o  $sen\theta$  menor que 1, a tensão aplicada é menor que o peso levantado verticalmente. Por isso é mais vantajoso o Plano Inclinado, verifica-se mais ainda esta vantagem quando se diminui o ângulo  $\theta$ , aumentando o comprimento da rampa, distanciando-se do ponto que se deseja elevar a carga. A reação normal a força peso pode ser calculada por  $F_N = mgcos\theta$ .

### 3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este capítulo apresentará brevemente, em primeiro lugar, o desenvolvimento do tema de física relacionado às Máquinas Simples como é apresentado em alguns livros didáticos e sua importância no processo de ensino; qual a estrutura oficial de currículos elaborados por órgãos governamentais para serem seguidos pela rede pública e privada, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC); e como está estruturado o Produto Educacional proposto. Também abordará assuntos relacionados à metodologia de pesquisa, seu viés qualitativo, os sujeitos envolvidos, os instrumentos utilizados para a coleta de dados e o método de análise dos dados.

#### 3.1 O ENSINO

O livro didático tem sido um auxiliar muito importante na atividade docente e utilizado na maioria das escolas públicas do país, visto a facilidade de aquisição e utilização, sendo distribuído gratuitamente para todos os alunos do território nacional por meio do Programa Nacional do Livro didático (PNLD); além disso o PNLD prevê atualmente materiais de apoio à prática do professor dentro da sala de aula como jogos e *softwares* educacionais e fora da sala de aula, ajudando a compor com livros literários a biblioteca da escola e compra de equipamentos para laboratórios. É possível solicitar ao programa materiais de formação de professores e de gestão escolar, visando a capacitação do profissional da educação (BRASIL, 2018).

A escolha do livro didático é feita pela equipe de professores de cada área, levando em consideração o que mais se adequa à realidade do estudante. Antes disto, os livros que irão participar do processo de seleção pelos professores são analisados pela equipe pedagógica do Ministério da Educação (MEC) e devem cumprir uma série de exigências que vão desde os conteúdos a serem ministrados de acordo com a base curricular nacional, linguagem adequada, envolver o cotidiano até a formatação das imagens (BRASIL, 2018).

Os livros didáticos mais notórios, de excelência e autores renomados, são norteadores na produção do plano de aula e o livro escolhido pelos professores em votação é, normalmente, de utilização constante nas aulas, visto que todo aluno recebe o seu, o que otimiza o trabalho do professor e do aluno em vários aspectos.

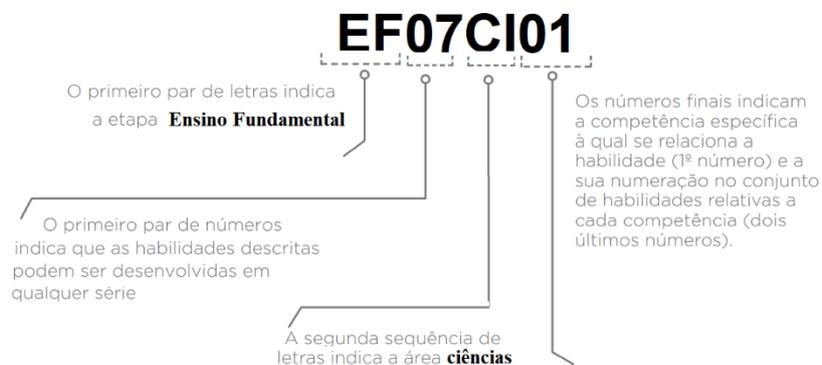
Vale ressaltar que será necessário dispor dos aparatos disponíveis na escola para utilizá-los no desenvolvimento deste projeto, desde laboratório de ciências, laboratório de informática, biblioteca, computadores e *internet*.

### 3.1.1 O Ensino de Máquinas Simples

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), prevista para ser implementada em 2020 e que substituirá todos os currículos anteriores, será o documento de referência para todo país para formulação dos currículos do ensino básico, cabendo a cada rede de ensino aplicá-la em seu contexto. Nela estão as habilidades e competências a serem desenvolvidas pelos estudantes nos conteúdos abordados em cada disciplina. Na área de Ciências da Natureza, o currículo para todas as séries do Ensino Fundamental II ficou organizado em três unidades temáticas: Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo. O conteúdo de Máquinas Simples está sendo contemplado na primeira unidade, em Matéria e Energia. A série do Ensino Fundamental prevista para este conteúdo é o 7º ano, de acordo com as modificações que a BNCC trouxe e que poderá impactar o ensino e a aprendizagem.

Um código alfanumérico foi criado pela BNCC para indicar a etapa escolar, a série, a disciplina e as competências e habilidades relacionadas ao conteúdo abordado. No caso de Máquinas Simples, o código apresentado na figura 11, a seguir, refere-se a este conteúdo da Física.

**Figura 11** - Código referente ao conteúdo Máquinas Simples.



Fonte: BRASIL (2017, p. 30).

Em outubro de 2019 foi aprovada pela Câmara de Educação Básica do Estado do Rio de Janeiro a Deliberação CEE nº 373, de 08 de outubro do corrente ano, estabelecendo a orientação Curricular para a Educação Infantil e Ensino Fundamental. Esta deliberação determina os princípios e referências curriculares para as instituições escolares que compõem a rede estadual de ensino. O objetivo deste documento é aplicar, por meio da Resolução CNE/CP nº 02/2017, que institui e orienta a implantação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e determinar, em cumprimento com a Legislação, a aplicação do conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os sujeitos

inseridos no sistema de ensino devem desenvolver nesta modalidade da educação básica (RIO DE JANEIRO, 2019, p. 3), em conformidade com a BNCC (BRASIL, 2017).

A Secretaria de Educação de Campos dos Goytacazes-RJ elaborou o seu currículo seguindo a determinação da BNCC, por meio das coordenações de áreas, com significativas mudanças em relação à disposição dos conteúdos em suas respectivas séries em comparação aos anos anteriores. Na área de Ciência da Natureza, os conteúdos referentes a Física, que antes eram ministrados na última série do ensino fundamental (9º ano), agora ficaram distribuídos em todas as séries, onde em muitos assuntos não são exigidos o tratamento matemático, conforme eram vistos anteriormente e com pouca abordagem conceitual, como mostra o planejamento distribuído para as escolas da Rede Municipal de Ensino de Campos dos Goytacazes a seguir (Figura 12):

**Figura 12** – Planejamento para as escolas municipais em Campos dos Goytacazes-RJ.



**CIÊNCIAS DA NATUREZA**  
**PLANEJAMENTO EJA – 2020**

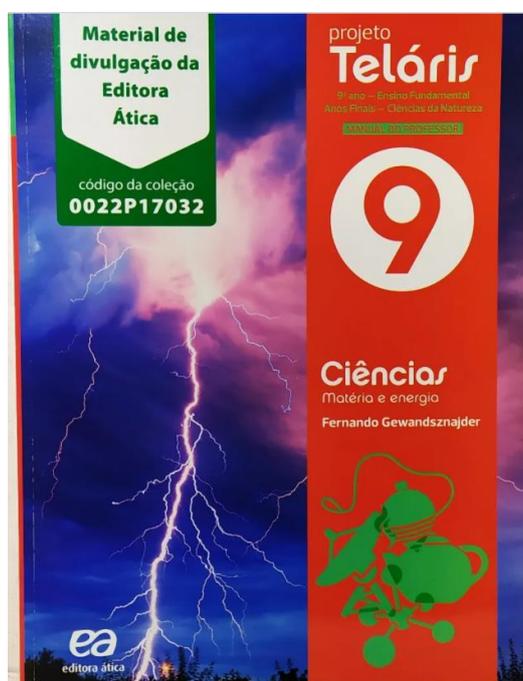
VII FASE/1º BIMESTRE		
UNIDADES TEMÁTICAS	OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
<b>MATÉRIA E ENERGIA</b>	<p style="text-align: center;"><b>ENERGIA TÉRMICA, FORÇAS E MOVIMENTOS</b></p> <p><b>Energia e força nos movimentos</b> – Forças, leis de Newton, ampliação das forças (alavanca, plano inclinado, roldana), formas e transformações de energia.</p> <p><b>Energia Térmica</b> – Temperatura, calor, equilíbrio térmico, sensação térmica, propagação de calor, energia térmica e alimentos.</p>	<p><b>(EF07CI01) Discutir a aplicação, ao longo da história, das máquinas simples e propor soluções e invenções para a realização de tarefas mecânicas cotidianas.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relacionar força e movimento;</li> <li>- Conhecer e compreender as Leis de Newton;</li> <li>- Associar as Leis de Newton a situações cotidianas;</li> <li>- Reconhecer a ação da força gravitacional;</li> <li>- Compreender que máquinas simples ampliam forças;</li> <li>- Explicar os benefícios que a alavanca, plano inclinado e a roldana trazem para atividades humanas;</li> <li>- Diferenciar formas de energia;</li> <li>- Identificar transformações de energia em exemplos cotidianos;</li> <li>- Compreender que uma máquina simples não altera a energia aplicada a um sistema.</li> </ul> <p><b>(EF07CI02) Diferenciar temperatura, calor e sensação térmica nas diferentes situações de equilíbrio termodinâmico cotidianas.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diferenciar temperatura, calor e sensação térmica;</li> <li>- Conhecer as diferentes formas de propagação de calor;</li> </ul>

Fonte: Coordenação de ciências da SMECE (CAMPOS DOS GOYTACAZES, 2019).

Esta reformulação no currículo é uma mudança de paradigma tanto para confecção dos planejamentos das aulas, como para sua aplicação. Os livros didáticos já estão sendo elaborados de forma a atender o atual formato da BNCC e com substanciais diferenças em comparação com os livros adotados anteriormente, como pode-se observar a seguir com a apresentação de alguns títulos.

No livro do projeto Teláris, “Ciências, Matéria e Energia” (Figura 13), para o 9º ano de escolaridade, adotado pela escola onde será aplicado este projeto em anos anteriores, nota-se que o tema Matéria e Energia é único e para todo o ano escolar, conforme citado anteriormente sobre a mudança que foi trazida pela BNCC. As Máquinas Simples são abordadas no capítulo 11 com variados tipos, mas somente apresenta com certa profundidade as alavancas com os conceitos da física, fórmulas e exemplos de utilização. Com roldanas e plano inclinado, o livro apresenta conceitos e vantagens de suas utilizações com a diminuição do esforço. Tece, ainda, alguns comentários sobre as vantagens da utilização de engrenagens, da cunha e do parafuso. As atividades são variadas, mas em pouca quantidade numérica, envolvendo em sua maioria questões conceituais.

**Figura 13** – Livro “Ciência, Matéria e Energia”.

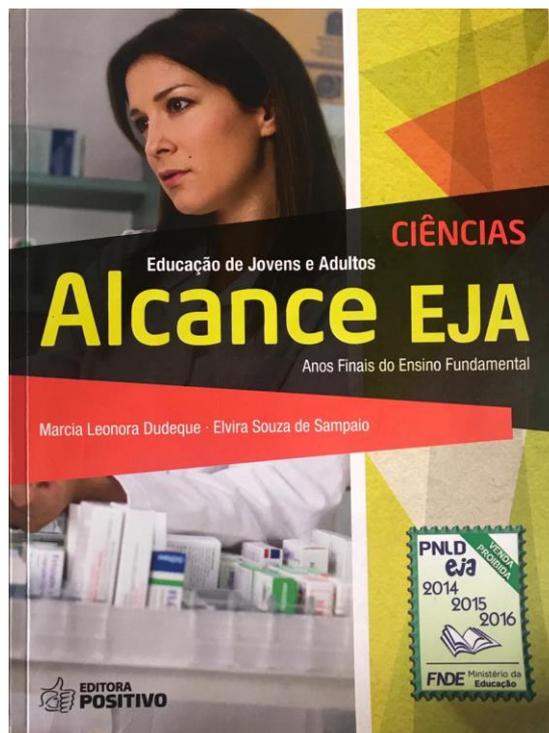


Fonte: Foto de autoria própria.

A seguir o livro “Alcance EJA”<sup>2</sup> (Figura 14), da Editora Positivo, que será utilizado pelas escolas municipais em Campos dos Goytacazes-RJ, na Educação de Jovens e Adultos, cedido para a rede municipal pela rede estadual-RJ, para que os estudantes o tenham como apoio didático, pois esta modalidade de ensino não possui livro didático de ciências.

**Figura 14** – Livro “Alcance EJA”.

<sup>2</sup> EJA – Educação de Jovens e Adultos.



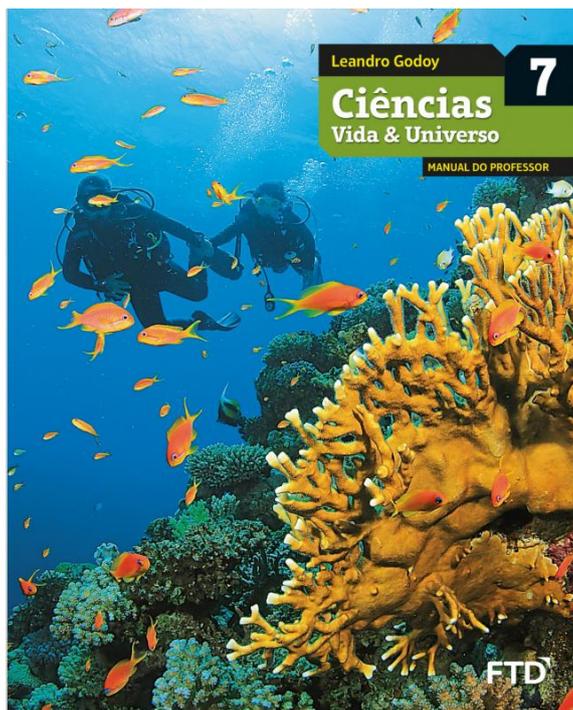
Fonte: Foto de autoria própria.

Há de se destacar que o conteúdo de Máquina Simples previsto para o currículo da EJA pela Secretaria de Educação de Campos dos Goytacazes-RJ, não é contemplado neste livro. Os professores foram aconselhados a procurarem em outros materiais de apoio didático que contenham o conteúdo que está ausente neste livro.

Livros e coleções preparados por editoras que têm sido selecionados em escolhas do livro didático para rede pública, como Editora Moderna e Editora IBEP, foram pesquisados e também não constam o conteúdo de Máquinas Simples.

O livro “Ciências, Vida e Universo” (Figura 15), da editora FTD, escolhido para ser utilizado no ensino regular pela rede municipal de Campos dos Goytacazes, foi considerado pela coordenação de Ciências da Natureza para ser utilizado como complemento do conteúdo de Máquina Simples, ausente no livro adotado para a EJA.

**Figura 15** – Livro “Ciência, Vida e Universo”.



Fonte: Foto de autoria própria.

Analisando a abordagem que este livro faz ao conteúdo de Máquinas Simples, tem sua apresentação bem contextualizada, utilizando exemplos atuais e explicações de como auxiliam no cotidiano, fazendo a análise dos elementos que constituem as alavancas, plano inclinado e as roldanas, colocados de forma intuitiva. Os conceitos não são apresentados formalmente e não possuem nenhuma fórmula matemática. As atividades apresentadas sobre o conteúdo não exploram todas as Máquinas Simples relacionadas e são em número muito pequeno.

### 3.1.2 O Produto Educacional Proposto

A presente pesquisa foi aplicada a estudantes das fases finais do Ensino Fundamental na modalidade de Jovens e Adultos (EJA) em uma escola pública municipal de Campos dos Goytacazes-RJ, tendo uma localização especial para atender a demanda dos bairros próximos e as várias comunidades em seu entorno, pessoas em vulnerabilidade social que não tiveram a oportunidade de fazer a terminalidade de seus estudos no período previsto e que buscam fazê-lo no horário noturno. A escola conta, com certa precariedade, de um laboratório de ciências, de um laboratório de informática com acesso à *internet*, auditório, biblioteca, uma razoável área interna para recreação e salas relativamente amplas que acomodam turmas com média de vinte alunos.

O produto educacional desenvolvido (Apêndice A, p. 96), detalhado no próximo capítulo, busca suprir o material didático que os estudantes necessitam como base teórica e prática para a sua

aprendizagem, tendo em vista que os materiais disponíveis são superficiais e este, com métodos ativos, busca estimular a interatividade com o conteúdo de Máquinas Simples, com os colegas em cada ‘estação’ de aprendizagem proposta no método ‘Rotação por Estações’, com experimentos, simuladores, tendo ainda outros recursos. Tendo ainda uma forma de conexão entre estudante-tecnologia promovida pelas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC’s) tão usuais no cotidiano e que, também, compõem este material, tornando-o mais contextualizado com a realidade do estudante atual.

A abordagem do conteúdo de Máquinas Simples, previsto na BNCC, é feita utilizando-se o método do ensino híbrido ‘Rotação por Estações’, com os estudantes divididos em grupos de até 5 pessoas, em que todos os grupos passarão por quatro estações de aprendizagem para cada temática/aula proposta. Todos os estudantes são participantes da plataforma *Google Classroom*, onde têm acesso ao conteúdo *on-line* e aos questionários, após a aula, para aprofundamento, ou durante à mesma.

Na primeira semana é realizado um questionário introdutório para avaliar os conhecimentos prévios de cada aluno, um vídeo do *youtube* sobre máquinas simples e, logo após, discutem qual impressão do vídeo e a sua importância e respondem questões relativas aos vídeos que foram assistidos.

Uma aula dialogada sobre massa, peso e gravidade e um experimento envolvendo massa e força, utilizando balança e dinamômetro, e elaboração de relatório, texto, pesquisa *online* e redação acontecem na segunda semana, quando se iniciam o ciclo de ‘estações’, que servem de preparação para os estudos das Máquinas Simples da etapa seguinte.

Os conceitos de equilíbrio e centro de massa, a identificação intuitiva do centro de gravidade em objetos, a história de Arquimedes e das Máquinas Simples (alavancas), com texto sobre a teoria de momento de uma força e exemplos de ferramentas que utilizam o princípio de Máquinas Simples com questionário ocorrem numa aula dialogada na terceira semana. A utilização do simulador *Phet* ‘balançando’, experimento físico de equilíbrio, a análise da estrutura de um guindaste por meio de pesquisa pela *internet*, manuseio de ferramentas e identificação do tipo de alavanca ocorrem no segundo ciclo de ‘estações’.

O estudo desenvolvido na quarta semana é com aula remota síncrona e assíncrona sobre roldanas e plano inclinado e um questionário online. A semana conta com texto na plataforma *Google Classroom* sobre roldanas e planos inclinados para dedução do seu princípio de funcionamento, questionário online e com experimentos virtuais em simuladores que compõem o fim do ciclo de ‘estações’.

A última semana conta com a produção de um mapa conceitual para avaliar todo conteúdo que envolveu as Máquinas Simples.

Mais detalhes sobre o Produto Educacional elaborado será mencionado no capítulo 4, que tratará da estrutura em toda sua íntegra.

## 3.2 A PESQUISA

A característica desta pesquisa entra em ressonância com um estudo qualitativo, que visa investigar a aprendizagem de conceitos desenvolvidos pelos estudantes durante a aplicação do produto educacional proposto. Nela não há interesse de análise de dados de tabulação matemática, formulação de gráficos e tabelas estatísticas em função das informações geradas pelos estudantes, que são o alvo de investigação desta pesquisa.

### 3.2.1 A Pesquisa Qualitativa

Os dados gerados são de relação com a natureza humana e, quando são estudados qualitativamente, podem ser mais bem avaliados, devido à riqueza de informações, conforme Bogdan e Bilken, “os dados recolhidos são designados por qualitativos, o que significa ricos em fenômenos descritivos relativamente a pessoas, locais e conversas, e de complexo tratamento estatístico” (BOGDAN; BILKEN, 1994, p. 16). É utilizado o “Estudo de Caso” como metodologia nesta pesquisa para investigação da aprendizagem porque este oferece a vantagem em recolher dados no contexto das relações humanas.

Meirinhos e Ozório (2016, p. 53-54) descrevem a característica holística que o Estudo de Caso possui devido a sua abrangência em se analisar o todo, onde diversos aspectos são importantes e são levados em consideração, podendo-se generalizar situações ou fazer particularizações e ainda tomar em conta o cotidiano ou a contemporaneidade do objeto da investigação. A metodologia é trabalhada de forma diversificada sendo capaz de fazer os estudos de inúmeros dados de forma holística.

Descrevendo os tipos de Estudo de Caso, Meirinhos e Ozório (2016, p. 57) apresentam duas categorias que se diferem pela quantidade de casos a serem estudados: Estudos de Casos únicos ou Estudo de Casos múltiplos, que podem ser classificados em descritivos, exploratórios ou explanatórios. A figura 16, a seguir, mostra a tabela que organiza os tipos de Estudo de Caso.

**Figura 16** – Os tipos de Estudo de Caso.

	Únicos	Múltiplos
Exploratórios	Exploratórios únicos	Exploratórios múltiplos
Descritivos	Descritivos únicos	Descritivos múltiplos
Explanatórios	Explanatórios únicos	Explanatórios múltiplos

Fonte: Meirinhos e Ozório (2010, p. 57).

Observa-se que a escolha desta metodologia para a referida pesquisa é devido a sua natureza e ao seu objeto de estudo, como Yin (1993, p. 67) se refere a ela, destacando a sua operacionalidade, que se encaixa no que se propõe estudar do desenvolvimento dos estudantes com aplicação deste produto educacional.

A orientação inicial do estudo de caso aponta para múltiplas fontes de evidência. A avaliação do estudo de caso, por assim dizer, pode incluir o uso de análise de documentos, de entrevistas abertas e fechadas, análise quantitativa de dados registrados e observações de campo diretas (YIN, 1993 p. 67).

Outra possibilidade de classificação de um Estudo de Caso é apresentada por Moreira e Rosa (2016), a saber, descritivos, interpretativos e avaliativos, este último implicando uma emissão de juízo.

### 3.2.2 Os Sujeitos

Os estudantes das séries finais da Educação de Jovens e Adultos (EJA) do ensino fundamental, que são os sujeitos desta pesquisa, têm idade, de acordo com esta modalidade, de no mínimo 15 anos e sem limite máximo. São pessoas que, por motivos diversos, não conseguiram completar o ensino fundamental no ensino regular e buscam o horário noturno para fazê-lo, pois trabalham durante o dia. Este tipo de clientela educacional necessita de aulas diversificadas e motivadoras para continuarem frequentando as aulas que, por causa do cansaço e *stress*, decorridos das atividades laborais durante o dia são levados a evadirem do curso, diferentemente daqueles estudantes que estão no ensino diurno e regular.

### 3.2.3 Instrumentos

Atividades presentes no Produto Educacional que são utilizadas como fontes de dados para a pesquisa estão de formas diversificadas e abrangentes, com o objetivo de coletar minuciosamente as

informações para uma análise de resultados que se aproxime ao máximo da realidade de todos os eventos ocorridos.

São utilizados questionários para entrevistas diretas com cada estudante e de cada grupo formado para as estações de aprendizagem, registradas em áudio, por meio eletrônico com questionários *online* e registro físico preenchidos à tinta.

Na plataforma *Google Classroom*, onde cada estudante foi cadastrado, eles têm acesso às atividades para o levantamento dos conhecimentos prévios, por meio dos formulários criados nesta plataforma para esta finalidade e também utilizados para o desenvolvimento do conteúdo de máquinas simples (a coleta foi feita presencialmente).

Para cada experimento real e virtual são realizados relatórios escritos pelos estudantes do desenvolvimento dos experimentos e a filmagem desses momentos para análise do comportamento do grupo frente às atividades propostas.

Simuladores educacionais virtuais como o *Phet Colorado*<sup>3</sup> participam deste trabalho, pois facilitam a interatividade do estudante com o conhecimento aplicado, observando e relatando as mudanças ocorridas no processo de alterações de dados que podem ser feitas no programa, auxiliando na compreensão dos fenômenos envolvidos.

A plataforma de vídeos *YouTube* é utilizada para que os estudantes tenham noções do conteúdo contextualizado, conhecendo as realidades e as especificidades de equipamentos que funcionam seguindo os princípios estudados, cujo acesso ou aula de campo são mais difíceis e até perigosos, utilizando-se questionários discursivos para obter dados referentes aos vídeos.

As observações feitas pelo professor também serão levadas em consideração para análise de dados, de todo registro efetuado por meio de gravação/registo de áudios, vídeos e fotos das atividades realizadas pelos estudantes durante toda aplicação do produto educacional.

### 3.2.4 Análise dos Dados

Análise de Conteúdo é definida por Bardin como sendo “um conjunto de técnicas de análise das comunicações” (BARDIN, 2006, p. 31), que tratará inúmeras informações com os instrumentos para interpretar devidamente o objeto de estudo. Nesta pesquisa é utilizado tal método para análise dos dados.

---

<sup>3</sup> O simulador *Phet* (<[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/balancing-act](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balancing-act)>) foi desenvolvido pela universidade do Colorado com finalidades educacionais e oferece simulações computacionais de física e outras áreas para o ensino básico. No apêndice A do Produto Educacional (Apêndice A da dissertação) há um roteiro para a utilização do simulador.

Bardin (2006, p. 95-101) destaca em três fases a análise de conteúdo, compreendida na organização dos dados que devem seguir sequencialmente:

- 1) Pré-análise.
- 2) Exploração do material.
- 3) Tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

Na primeira fase são separados ou escolhidos os materiais que passarão pela análise, para destacar daqueles que não são úteis para a pesquisa, colocando-os de forma organizada devido a sua importância. Então todo material escolhido é explorado exaustivamente, na fase dois, daí passa a ser codificado, onde os dados brutos recebem um tratamento de diferenciação uns dos outros que descrevem suas características, formando unidades de registro. Agora na fase três, em que os dados foram categorizados, eles já podem ser tratados e interpretados.

## 4 DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

As etapas da elaboração do produto educacional serão descritas neste capítulo de forma minuciosa, de acordo com as bases teóricas que norteiam a pesquisa e com os roteiros que se desenvolvem em cada semana de aplicação deste trabalho. Estas semanas são compostas de três aulas de 45 minutos cada, de acordo com a carga horária de ciências para o Ensino Fundamental.

### 4.1. COMENTÁRIOS INICIAIS

O Produto Educacional construído para a presente investigação se constitui em uma sequência didática organizada em 10 momentos investigativos. Tais etapas utilizam estratégias de ensino diversificadas, no contexto de uma abordagem ‘por estações’, segundo Horn e Staker (2015), procurando atender aos diferentes perfis motivacionais dos aprendizes, de acordo com Kempa e Martin (2006).

As estratégias didáticas aparecem como questionários, textos teóricos com viés histórico, textos técnicos com conteúdo de física, experimentos físicos, simulações, vídeos, aulas dialogadas, pesquisas *on-line*, dentre outros. As novas tecnologias são aspectos relevantes do material, em função da abordagem híbrida posta em relevo. O objetivo principal é propor uma intervenção que tenha potencial para suscitar nos alunos um engajamento cognitivo significativo, não desprezando o aspecto atitudinal.

O produto educacional produzido aborda o conteúdo de máquinas simples, utilizando como estratégia de ensino principal o ensino híbrido – ‘Rotações por Estações’. É composto de um material didático diversificado com momentos introdutórios de cunho teórico, seguidos de ‘estações’, normalmente em número de 4, compondo assim cada subtemática, sempre relacionado ao tema principal Máquinas Simples.

Em seguida é apresentada de forma detalhada a estrutura do produto educacional elaborado. Primeiramente, um quadro procura sintetizar os momentos investigativos comportados nas diversas semanas de aplicação do Produto Educacional (Quadro 1).

**Quadro 1** – Sistematização resumida dos momentos investigativos.

1ª SEMANA DE APLICAÇÃO DO PRODUTO	
1º MOMENTO INVESTIGATIVO	2º MOMENTO INVESTIGATIVO

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Questionário para o levantamento dos conhecimentos prévios de máquinas simples.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula introdutória: vídeos do <i>Youtube</i> sobre máquinas simples que funcionam com organizadores prévios.</li> <li>• Questões para organização dos conhecimentos.</li> </ul>
---	---

2ª SEMANA DE APLICAÇÃO DO PRODUTO	
3º MOMENTO INVESTIGATIVO	4º MOMENTO INVESTIGATIVO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula Introdutória: Aula dialogada para introdução dos conteúdos de física envolvendo os conceitos de força, massa, gravidade e peso.</li> <li>• Questionário sobre as temáticas abordadas.</li> </ul>	<p>1ª Estação: Texto sobre força, massa, gravidade e peso com questões a serem respondidas.</p> <p>2ª Estação: Experimento de medição de força, massa, peso e relatório do experimento.</p> <p>3ª Estação: Pesquisa online sobre gravidade e atividade sobre o peso em diferentes planetas.</p> <p>4ª Estação: Redação sobre influência da gravidade.</p>

3ª SEMANA DE APLICAÇÃO DO PRODUTO	
5º MOMENTO INVESTIGATIVO	6º MOMENTO INVESTIGATIVO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula Introdutória: As Máquinas Simples (alavancas).</li> </ul>	<p>1ª Estação: Ferramentas e seus principais pontos e as imagens na folha para o reconhecimento dos pontos de força.</p> <p>2ª Estação: Simulador <i>Phet</i> Balançando e preenchimento dos resultados na folha de roteiro.</p> <p>3ª Estação: Pesquisa online sobre guindaste.</p> <p>4ª Estação: Experimento de equilíbrio de um corpo rígido e relatório.</p>

4ª SEMANA DE APLICAÇÃO DO PRODUTO	
7º MOMENTO INVESTIGATIVO	8º MOMENTO INVESTIGATIVO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula Introdutória: Aula remota dialogada Máquinas Simples (roldanas e plano inclinado), <i>Google Meet</i>.</li> <li>• Introdução à plataforma google <i>Classroom</i>.</li> </ul>	<p>1ª Estação: Simulador <i>Geogebra</i> plano inclinado</p> <p>2ª Estação: Simulador Força e polia</p> <p>3ª Estação: Questionário online</p>

5ª SEMANA DE APLICAÇÃO DO PRODUTO	
9º MOMENTO INVESTIGATIVO	10º MOMENTO INVESTIGATIVO

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula Introdutória: Aula dialogada expositiva sobre mapa conceitual</li> <li>• Exercícios de construção de um mapa conceitual.</li> </ul>	Atividade: Elaborar um mapa sobre máquinas simples.
---	---

Fonte: autoria própria.

## 4.2 ROTEIRO DO PRODUTO

Inicialmente, no **primeiro momento investigativo**, com todos os estudantes da turma inseridos na plataforma *Google Classroom* e feitas as considerações iniciais sobre o trabalho a ser realizado, é possível coletar alguns dados sobre os **conhecimentos prévios** que estes tenham obtido no seu cotidiano por meio do formulário ou questionário devidamente confeccionado para o levantamento dos conhecimentos sobre máquinas simples. O questionário introdutório é composto de questões objetivas e discursivas, respondidos presencialmente e individualmente, preferencialmente com papel e caneta, sendo isto realizado na primeira aula de apresentação do produto, na primeira semana.

Na aprendizagem significativa se faz importante fazer o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, como destaca Ausubel: “[...] descubra isso e ensine-o de acordo.” (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980, p. 137), pois esta ‘descoberta’ será norteadora para o processo de elaboração das aulas e o encaminhamento da aprendizagem. A identificação dos possíveis conhecimentos prévios ou subsunçores, onde os novos conhecimentos possam se ‘apoiar’ e se conectar para aprendizagem, é fundamental para a introdução do conteúdo novo a ser construído pelos alunos, na perspectiva da aprendizagem significativa. Vergnaud também destaca a importância das representações prévias, parte delas implícitas/intuitivas, na elaboração conceitual (VERGNAUD, 1990).

Ainda na primeira semana, com duas aulas geminadas, são utilizados dois vídeos do *Youtube* sobre máquinas simples como **aula introdutória**, que têm a função de organizadores prévios (**segundo momento investigativo**). Os vídeos apresentam as máquinas simples, seus desenvolvimentos e suas utilidades para iniciantes do assunto, as ferramentas que são usuais no dia a dia que têm este como princípio de funcionamento. Também trazem a importância histórica delas e que levaram a humanidade a alcançar as novas tecnologias que facilitaram a vida moderna. Ao final da aula são apresentadas questões para organizar o conhecimento.

A utilização de vídeos como ferramentas de aprendizagem tem a função de ‘retirar’ o aluno da aula tradicional para um ambiente mais descontraído, com imagens que retratam com fidelidade a realidade e sem a necessidade de abstração. Ainda tem a finalidade de fazer a ponte entre os

conhecimentos prévios com os novos conhecimentos, onde estes vídeos auxiliam como organizadores prévios. Moreira e Masini (1982) defendem a utilização de organizadores prévios para uma aprendizagem significativa e afirmam:

Material introdutório apresentado antes do material a ser aprendido, porém em nível mais alto de generalidade, inclusividade e abstração do que o material em si e, explicitamente, relacionado às ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva e à tarefa de aprendizagem. Destina-se a facilitar a aprendizagem significativa, servindo de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber para que possa aprender o novo material de maneira significativa. É uma espécie de ponte cognitiva. (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 103).

Têm início na segunda semana as ‘estações’ de aprendizagem (**quarto momento investigativo**), antecedidas por uma aula introdutória, que é o **terceiro momento investigativo**. O primeiro encontro semanal, portanto, é uma aula dialogada para introdução dos conteúdos de física envolvendo os conceitos de força, massa, gravidade, peso e finalizando com um questionário sobre as temáticas abordadas.

Para o início das ‘estações’, os estudantes da turma são divididos em grupos com cinco discentes para as quatro ‘estações’ de aprendizagem (duas aulas semanais restantes).

É importante ressaltar que no método ‘rotação por estações’ a ordem das estações é indiferente, pois todas tratam de um mesmo assunto, uma estação não depende de outra e são autossuficientes, apesar de o ciclo completo compor favoravelmente a compreensão do tema (SANTOS et al., 2019, p. 292-293). A forma numerada das ‘estações’ informadas a seguir tem como objetivo organizar para uma melhor compreensão das sequências dos trabalhos desenvolvidas e não uma ordem numérica a ser seguida. Todas funcionam simultaneamente.

A primeira ‘estação’ conta com um texto sobre os conceitos fundamentais da física que foram vistos na aula dialogada, que tratou dos assuntos envolvendo força, massa, gravidade, peso. Ao final, questões breves sobre o texto lido no grupo. A segunda ‘estação’ possui experimentos que tratam dos conceitos de força, massa e peso. Os experimentos são de medição de massa, força, peso, onde pequenos blocos são medidos por balanças e dinamômetros, de acordo com o roteiro desenvolvido, finalizando com um breve relatório escrito pelo grupo. Na terceira ‘estação’ os alunos desenvolvem uma atividade rápida de pesquisa *online* sobre a influência da gravidade na massa e no peso dos corpos, identificando os valores da aceleração da gravidade da Terra, da Lua, de Marte, Júpiter e outros astros. Logo após, respondem a atividade que é a correspondência da sua massa corporal com o seu peso em cada um dos diferentes astros pesquisados. A quarta ‘estação’ corresponde à realização de uma redação, com o mínimo de 15 linhas sobre o tema: Um mundo sem gravidade, uma vida mais fácil ou mais difícil? Devem ser relacionadas nesta redação as palavras: força, peso, massa e gravidade.

Nota-se de forma explícita que, devido à natureza do método de ensino, em todas as estações se repete sempre o mesmo assunto e de formas diferenciadas. Nesta perspectiva, a aula introdutória, seguida das ‘estações’, é um momento privilegiado de diferenciação progressiva, conforme Moreira (2010, p. 5-6). Nas sequências seguintes, a reconciliação integrativa estará potencialmente presente, associada à diferenciação progressiva, como salienta Moreira (2010), são momentos que estão sempre se intercambiando dinamicamente, tornando os conhecimentos cada vez mais cognitivamente esclarecidos e definidos. E, ainda, de acordo com os Campos Conceituais de Vergnaud (1993), que prioriza os processos de conceitualização atrelados às situações de aprendizagem, bastante diversificadas no contexto da pesquisa.

A terceira semana de aplicação do produto começa com outra aula introdutória dos conteúdos concernentes às máquinas simples que envolvem As Máquinas simples, a história de Arquimedes, as alavancas, os tipos de alavancas e torque, dando início ao **quinto momento investigativo**.

A aula expositiva dialogada utiliza um texto elaborado pelo professor, apresentação de *slides* do conteúdo abordado e a lousa para resolução dos cálculos dados como exemplos. Ao final deste momento os estudantes resolvem problemas relacionados a cada conteúdo visto por eles para a verificação/consolidação dos conhecimentos obtidos.

As novas ‘estações’ (**sexto momento investigativo**) focam a aprendizagem dos conteúdos inseridos anteriormente e comportam duas aulas. Na primeira ‘estação’ são colocadas algumas ferramentas como martelo, tesoura, abridor de latas, chave de rodas e alicates em que eles têm a tarefa de sinalizar com uma caneta ‘marca texto’, em cada uma delas, onde se localizam os pontos de aplicação da força resistente, força potente e o ponto de apoio, após fazerem o seu uso numa situação real que é proposta para cada ferramenta. Depois numa folha com as imagens das ferramentas, todos devem sinalizar em cada imagem o que identificaram nas ferramentas que foram dadas na atividade, para que fique registrado para auxiliarem a responderem qual dos tipos de alavancas estudados: interfixas, interpotentes e inter-resistentes, estão presentes nas ferramentas.

A segunda ‘estação’ conta com o *Phet*, simulando uma gangorra, no qual são aplicados os conhecimentos de equilíbrio e momento de uma força como uma forma de brincadeira bem conhecida, a gangorra, na qual são aplicados os conceitos de física, onde variados objetos de pesos diferentes podem ser colocados em ambos os lados até que ela alcance o equilíbrio, completando o objetivo da simulação. Todos os resultados são registrados na folha do roteiro da simulação fornecido para a ‘estação’. A terceira ‘estação’ é uma atividade de pesquisa *on-line* sobre os guindastes. Nesta pesquisa cada um deve encontrar a importância dos guindastes, quais são elementos de um guindaste que têm como princípio as máquinas simples e como seu funcionamento tem a ver com as alavancas. Na quarta ‘estação’, que conta com experimento físico de equilíbrio, os estudantes devem seguir o roteiro

preparado para atividade, colocando pesos definidos em diferentes distâncias em dois lados de uma haste pendurada horizontalmente, fazendo-a permanecer em equilíbrio. Assim, podendo averiguar e escrever na atividade que está presente no roteiro quais são as condições de equilíbrio.

Algumas ‘estações’ visam estimular o aprendiz utilizando o contato ou a manipulação do material concreto, que é objeto de estudo, como estratégia pedagógica, conforme Santos, Oliveira e Oliveira (2013, p. 1). Relatam a importância dessas interações para o desenvolvimento do raciocínio e na formação dos conceitos dos elementos estudados.

A maioria dos materiais concretos adapta-se a vários conteúdos, objetivos e a turmas de diferentes idades - da Educação Infantil ao Ensino Fundamental e Médio. Eles despertam a curiosidade, estimulam o aluno a fazer questionamentos, a descobrir diferenças e semelhanças, a criar hipóteses e a chegar às próprias soluções, enfim a se aventurar pelo mundo da matemática de maneira leve e divertida. (SANTOS; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2013, p. 12).

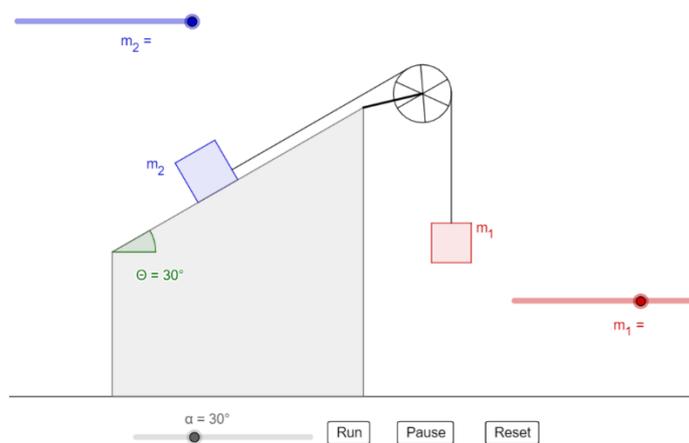
O uso de jogos, simulações e experimentos, são ferramentas importantes para suscitar as concepções alternativas, à aprendizagem significativa e para o desenvolvimento de conceitos científicos. Segundo Souza e Melo (2017, p. 536) a utilização destas concepções alternativas tem muito a contribuir para desenvolvimento cognitivo do aprendiz e, também, visam estimulá-los para que não ocorra uma aprendizagem mecânica.

Frisa-se novamente, no contexto da diversidade de situações, a importância dos Campos Conceituais de Vergnaud (1993), que ressalta os processos de conceitualização nas situações de aprendizagem, que devem ser diversificadas, o que esta pesquisa procura contemplar. Inclusive abrangendo os diversos perfis motivacionais dos alunos, intenção do ensino híbrido em ‘estações’.

O **sétimo momento investigativo**, na quarta semana de aplicação, se inicia com uma aula remota síncrona pelo *Google Meet*. O tema da aula é sobre a segunda parte das Máquinas Simples, polias e plano inclinado, que conta com um vídeo de abertura destas máquinas simples. Nesta oportunidade os estudantes são orientados sobre o funcionamento da plataforma *Google Classroom*, a aprenderem a acessar ao vídeo introdutório e ao texto didático da aula sobre polias e plano inclinado, na sala criada nesse ambiente com o nome Máquinas Simples.

O último ciclo de ‘estações’, **oitavo momento investigativo**, conta com três estações, a primeira utiliza o simulador de plano inclinado e roldana *Geogebra*. De acordo com o roteiro para a simulação, executam as atividades que compreendem em determinar qual o valor da massa e do ângulo que é possível para movimentar, com maior ou menor facilidade, o sistema com um plano inclinado e uma roldana. Há dois blocos de massa  $m_1$  e  $m_2$ , ligados por um fio, estando um no plano inclinado e o outro pendurado no fio que passa pela roldana, assim como mostra a figura 17, a seguir:

**Figura 17** – Simulador plano inclinado e roldana.



Fonte: <<https://www.geogebra.org/m/wzcfjguy>>.

A segunda ‘estação’ será com o simulador “força e polia”, com o roteiro os estudantes podem iniciar a atividade que consiste em, a cada passo, adicionar pesos e ir aumentando o número de polias móveis, calcular a força necessária para erguer cada peso e em quantas vezes a carga estava sendo diminuída. Ao final, responder qual relação pode ser identificada entre o número de polias e a força aplicada.

Na estação “questionário *online*”, que foi produzido no formato do ‘google formulários’, também por onde os estudantes têm acesso pela plataforma *Google Classroom*, respondem a cinco questões objetivas de múltipla escolha, sendo três sobre roldanas e duas sobre plano inclinado.

Todas as atividades, de cada estação, podem ser devolvidas ao professor pela plataforma *Google Classroom*, em arquivo online para correção.

Araújo e Abib (2003) defendem a utilização de atividades experimentais e computacionais para a aprendizagem, relacionando ao cotidiano:

[...] uso de computadores como ferramenta de laboratório para controle de experimentos, na coleta e análise de dados experimentais, na simulação de fenômenos físicos e na instrução dirigida [...]. Uma modalidade de uso da experimentação que pode despertar facilmente o interesse dos estudantes relaciona-se a ilustração e análise de fenômenos básicos presentes em situações típicas do cotidiano. (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 11).

Com o término das ‘estações’, na quinta semana de aplicação do produto, chega o momento de verificar, mais uma vez, os indícios de uma aprendizagem significativa sobre máquinas simples, para isto os estudantes devem elaborar mapas conceituais como atividade avaliativa. Como parte do **nono momento investigativo**, eles devem aprender sobre mapa conceitual, observar alguns modelos diferentes de mapa, onde os estudantes têm a oportunidade de exercitar fazendo mapas mais simples,

para conseguirem elaborar mapas conceituais mais elaborados na próxima aula sobre as Máquinas Simples.

O **décimo momento investigativo**, última atividade do produto educacional, é constituído pela elaboração do mapa conceitual com a tema: As Máquinas Simples e sua importância para o desenvolvimento da sociedade. Com a utilização de palavras retidas do próprio material didático fornecido.

O mapa conceitual foi desenvolvido nos anos 70 pelo pesquisador americano Joseph Novak, que serve como ferramenta que pode representar os conhecimentos de forma organizada. De acordo com Moreira (2013, p. 1), sobre explorar o seu uso: “[...] a potencialidade dos mapas conceituais como estratégia para facilitar a aprendizagem significativa em situação formal de ensino, como instrumento de avaliação da aprendizagem e de análise do conteúdo curricular”. A confecção do mapa será antecedida por uma breve exposição docente, com exemplos, sobre tal instrumento de aprendizagem e de avaliação.

Muitas vezes atividades avaliativas são vistas de forma negativa, segundo Belmont (2016, p. 84) quando ela é feita para intimidar e classificar o estudante e tem relação com uma aprendizagem mecânica e com a memorização, porém, se a avaliação for bem elaborada, com a intenção de explorar as potencialidades, irá verificar os avanços de conhecimentos obtidos durante o período que se desenvolveu o estudo, com a finalidade e com propósito de motivar. Belmont ainda ressalta que a avaliação formal é parte indispensável: “a avaliação, enquanto parte indissociável do ensino, deve orientar as ações dos sujeitos envolvidos no processo educacional, a partir dos diagnósticos realizados, a fim de favorecer a aprendizagem com significado e instigar o aprender a aprender” (BELMONT, 2016, p. 86).

## 5 DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO PRODUTO

O início da aplicação das atividades do produto educacional ocorreu em 17 março de 2022, após a liberação das aulas presenciais devido a pandemia da COVID-19, em que foi necessário o afastamento social durante dois anos letivos, desde março de 2020. As aulas passaram a ocorrer de forma remota, utilizando-se a internet com aulas via aplicativos específicos e materiais didáticos impressos na escola, que eram retirados pelos estudantes ou responsáveis com as atividades para serem realizadas em casa, sendo este um período atípico e que levou ao ‘agravamento’ da falta de conhecimentos referentes aos conteúdos prévios. O retorno presencial deixou claro, numa percepção inicial, que os conteúdos não haviam sido construídos de forma satisfatória.

Após liberação das aulas presenciais, todos que frequentavam a escola eram ‘obrigados’ a seguir normas para não contaminação e infecção, utilizando máscaras e higienização constante do ambiente e das mãos. O uso da máscara trazia um pouco de dificuldade na comunicação com os estudantes e entre os estudantes. Isto perdurou na escola até o programa vacinal ter sido completado para, então, o uso das máscaras ser liberado na escola, que aconteceu no final do mês de março (30 de março de 2022).

A escola onde foi desenvolvida a pesquisa é pública, pertencente ao município de Campos dos Goytacazes-RJ. A turma é do ensino de jovens e adultos (EJA) e cujo turno é noturno, do 9º ano do ensino fundamental. Os estudantes em sua maioria são maiores de idade e trabalham durante o dia; alguns ficaram poucos anos ‘longe’ da escola e outros muitos anos. Em termos de conhecimento e experiência de vida, é uma turma heterogênea. A escola está localizada na periferia da cidade, entre uma comunidade carente, com uma realidade violenta e um bairro de classe média baixa.

O Produto Educacional elaborado para a presente investigação, como descrito no capítulo 04, se constitui em uma sequência didática organizada em 08 etapas investigativas. Tais etapas utilizam estratégias de ensino diversificadas, no contexto de uma abordagem ‘por estações’, procurando atender aos diferentes perfis motivacionais dos aprendizes, de acordo com Kempa e Martin (2016).

Inicialmente, foi apresentada aos estudantes uma explicação sobre aplicação do projeto ‘máquinas simples’, como sendo algo inicialmente desenvolvido pelos seres humanos desde a antiguidade para favorecer as atividades que utilizam o emprego da força que causam desgaste, fadiga e até mesmo impedem a sua realização por causa dos limites que naturalmente o corpo humano possui. Eles se mostraram muito interessados pelo assunto e pela forma que se daria a abordagem. A estudante Edilma, particularmente, mostrou muito entusiasmo, dizendo que seria “legal” participar de aulas diferenciadas, que poderiam utilizar computador, fazer experiências e aprender coisas novas.

Ao iniciarem as respostas do questionário introdutório, **primeiro momento investigativo** (Apêndice A, p. 103), a maioria já ia dizendo que não sabia responder, pensando que era um teste, mas houve o esclarecimento para que preenchessem de acordo com a realidade de cada um, mas que refletissem se na experiência de vida deles já tiveram algum conhecimento ou ouviram falar sobre os assuntos de máquinas simples, então, se motivaram nas respostas. O docente dizia sempre que não eram questões de ‘certo’ ou ‘errado’ e que não se tratava de um teste para nota, para que realizassem com tranquilidade.

O estudante Wellington disse ter experiência com ferramentas, percebendo já que se tratava de uma máquina simples. A aluna Maria perguntou se utilizar corda com uma carretilha para levantar baldes de concreto e massa, em uma obra, seria uma forma de ajuda para uma pessoa fazer o serviço, pois via isto nas construções de casas. O docente respondeu positivamente, a carretilha é uma roldana e que se tratava de uma máquina simples.

Alguns foram muito aplicados no preenchimento do questionário, até passaram do tempo que foi proposto porque queriam relatar tudo que podiam. Outros, vendo o empenho dos colegas, pediam de volta o questionário, pois queriam responder melhor. Nesse momento final da atividade, Adilson comentou com o Miguel que se ele utilizasse uma corda com uma roldana para descer a caixa com a metade de seu peso, seria levantado, que respondeu que seria impossível, pois ele era mais pesado que a caixa, mostrando ao seu colega que não era lógico o seu raciocínio. Possivelmente, Adilson estaria se referindo aos sistemas com roldanas móveis, muito presentes em oficinas e fábricas.

Como esperado, as respostas sobre os termos máquinas simples, alavancas, momentos de uma força, centro de gravidade e do personagem histórico Arquimedes, que constavam no questionário, eram desconhecidos de quase todos os estudantes. A princípio, uma hipótese, por serem termos mais relativos a um conhecimento ainda não visto nos conteúdos escolares. Somente Marcelo e Íngrid já tinham ouvido falar de alavancas. O Marcelo respondeu o seguinte:

“Alavanca faz funcionar alguma coisa quando é ativada com a mão”.

A estudante Íngrid também respondeu positivamente:

“Eu já ouvi falar, mas não sei nenhum exemplo.”

Maria chegou a confundir a palavra ‘gravidade’ com ‘gravidez’, quando a pergunta era se conhecia a palavra “centro de gravidade”:

“‘Lugar’ onde as mães podem acompanhar o crescimento do bebê.”

A questão sobre a frase “dê-me um ponto de apoio e uma barra que moverei a Terra”, todos responderam que nunca tinham ouvido falar antes, nem conheciam o autor da frase, não entendiam o seu significado e não sabiam o que era ponto de apoio.

Quanto à experiência com ferramentas, penúltima pergunta do formulário, todos responderam já ter feito alguma utilização. Carlos respondeu sobre as vantagens de utilizá-las:

“[...] facilita o trabalho, faz mais rápido e sem muito esforço.”

A última questão, além de ser sobre a utilização das máquinas simples, também era de raciocínio lógico, em que se tratava de descer uma caixa ‘pesada’ de uma altura ao alcance das mãos e qual seria a melhor maneira de descê-la, utilizando as mãos, fazendo uma rampa com madeira ou utilizando uma corda com roldanas. Todos perceberam que era perigoso descer a caixa pesada com as mãos, então, as respostas se dividiram entre o uso da rampa e a corda.

Carla respondeu que seria necessário um suporte e descreveu assim:

“Utilizando uma rampa de madeira como suporte seria mais fácil para descer a caixa.”

Já o Miguel discordou da resposta da Carla:

“A vantagem em fazer menos força está em utilizar a corda e a roldana e vai ter mais segurança.”

Adilson respondeu não haver vantagem alguma em descer a caixa com as mãos, mas ficou com as duas outras opções e descreveu:

“Utilizando a rampa (é vantagem), as mãos acho que não vai ter vantagem, com a corda e a roldana é vantagem porque pega menos peso.”

Dando continuidade à descrição da aplicação do Produto Educacional, ainda na primeira semana, configurando-se o **segundo momento investigativo** (Apêndice A, p. 105), são utilizados dois vídeos do *Youtube* sobre máquinas simples como **aula introdutória**, que têm a função de organizadores prévios. A “principal função do organizador prévio é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber para que possa aprender significativamente a tarefa com que se depara” (AUSUBEL e outros, 1978, p. 171).

Os estudantes assistiram três vídeos de 11 minutos cada um, devido a forma ‘cômica’ apresentada dos conteúdos, eles davam risadas e com muita atenção viam os vídeos, pois eram animações e apresentavam o conteúdo de forma lúdica. O primeiro vídeo sobre alavancas, o segundo, roldanas e o terceiro, plano inclinado.

Os comentários gerais da turma eram de que todas as máquinas simples eles já conheciam, mas não conheciam com os nomes apresentados e não sabiam a importância dos seus funcionamentos. Maria comentou, com a Rita e o Rafael, que lá onde morou, no interior de Campos-RJ, usava a roldana para puxar água do poço, só que eles chamavam de “carretilha” e que isto “facilitava a vida” dela; o Rafael disse para elas que na obra de uma casa onde ele trabalhou usavam também a “carretilha” para levar os materiais da construção para o andar de cima da casa e que isto é “muito comum” em todas as obras de construção de apartamentos.

Quando foram preencher o questionário sobre os vídeos, ficaram muito preocupados em fazer corretamente, alguns queriam saber o que o colega tinha respondido para comparar com suas respostas. Foi necessário fazer a leitura do questionário e explicar cada questão, pois estavam interpretando ‘erradamente’ algumas perguntas, como se tivessem que responder um conceito corretamente. Foi frisado que era apenas para relatar dentro da realidade deles e fariam alguma alteração posterior devida aprendizagem daquele momento. Marcelo percebeu e comentou, vendo o vídeo, que era por isso que aumentando o “tamanho” da chave de roda, que no vídeo chamava de aumento do braço da alavanca, possibilitava a retirada dos parafusos da roda de um carro, que normalmente não conseguia quando estavam muito presos, a ponto de quase quebrar a ferramenta de tanta força que fazia.

As perguntas do questionário acerca dos vídeos buscavam investigar a conexão entre o conteúdo e o cotidiano dos estudantes, com três questões simples e objetivas para responderem.

A primeira delas foi acerca da utilização ou qualquer experiência que eles tenham tido com as máquinas simples em algum momento de suas vidas: todos responderam positivamente.

Carlos e Gisela responderam da mesma forma:

“A roldana, para ajudar a puxar a água do poço.”

Edilma, Carla e Priscila também responderam igualmente:

“A tesoura para cortar roupas.”

Anita e Vilma conseguiram associar uma ferramenta que no vídeo não é diretamente declarada como uma máquina simples:

“Utilizei a pá para tirar areia.”

Sobre a utilização do plano inclinado, Simone respondeu que:

“[...] fiz um plano inclinado para subir uma cômoda para cima do caminhão.”

Outras respostas tinham relação com uso de ferramentas, a maioria era chave de fenda para apertar parafusos e o alicate.

A segunda pergunta foi se após assistirem os vídeos haveria alguma mudança na forma de realizar alguma tarefa. A grande maioria respondeu que não e alguns poucos responderam sim, mas não declararam como. Coincidentemente, Anita e Fábio responderam sobre a associação de roldanas:

“Para puxar água do poço usaria mais roldanas.”

“Suspenderia o peso com roldanas.”

Edilma ressaltou que achou interessante:

“O jeito como o vídeo mostrou a utilização da tesoura.”

A terceira pergunta foi se haveria influência da gravidade sobre as máquinas simples e qual seria. A maioria respondeu que sim, mas não deram explicação. Somente alguns que tentaram relacionar o peso e a gravidade, como foi caso do Henrique que respondeu:

“A alavanca através do peso do outro lado.”

Excepcionalmente foi a resposta da Carla:

“De todas as formas, porque as máquinas simples não iriam ter o funcionamento correto.”

Em seguida, no **terceiro momento investigativo** (Apêndice A, p. 108), a aula dialogada sobre massa, força e gravidade se iniciou com apresentação no *Datashow*, destacando-se a associação de vários exemplos, incluindo o homem no espaço, utilizando imagens com os conceitos do tema da aula, isto parece ter facilitado com que os estudantes conseguissem entender com bastante facilidade o assunto. Ana chegou a comentar que já estava entendendo, devido às explicações dos momentos anteriores.

Mas quando chegou o momento de apresentar os cálculos de peso e mudança de unidade, envolvendo kgf e newton, então eles ficaram bem preocupados, indagando se era possível outras situações diferentes e foram apresentados no quadro exemplos diferentes que os ajudaram a entenderem melhor, isto foi verificado quando já conseguiam apresentar os resultados corretos nos últimos exemplos de exercícios.

Na realização do questionário, que foi preparado para esta aula dialogada, foi necessário ler e explicar, pois a maioria perguntava e não conseguia interpretar as questões.

Na elaboração das respostas, apesar de já terem entendido e obtido o resultado, no momento de explicar por escrito as suas respostas, tinham dificuldade, o professor ia transmitindo confiança e aos poucos iam conseguindo se expressar.

Algumas respostas às questões dadas, após a aula dialogada sobre massa, força e gravidade, tornaram perceptível que os conceitos estavam sendo entendidos, quando foi perguntado sobre a diferença entre massa e peso, por exemplo, Maria respondeu:

“Massa é invariável, já o peso é variável, porque o peso depende da gravidade.”

Carlos elaborou com suas próprias palavras uma resposta interessante:

“Massa é uma quantidade que uma pessoa ou objeto pode conter, peso é uma atração ocorrida pela gravidade da Terra.”

Também as respostas da questão sobre do porquê o peso variar de um lugar para o outro, foram muito boas, muitas de forma ‘curta’, como algo óbvio. Pedro respondeu assim:

“A gravidade é diferente de um lugar para o outro.”

Tentando explicar sobre os vários astros diferentes e suas massas, Adilson respondeu:

“Quanto maior a massa, mais gravidade e maior será o peso.”

Na terceira questão, houve uma grande dificuldade de interpretação e resolução, por se tratar de um experimento mental, que se a Terra tivesse a metade da massa que tem e que um chute fosse dado numa bola, o que ocorreria em relação a altura e distância atingidas pela bola, comparando com as medidas normais, com o mesmo chute?

O estudante Mateus, que com facilidade executava os cálculos de peso, se confundia com a interpretação do fenômeno. Sendo necessário lembrar que quanto menor a gravidade menor é o peso. Ele originalmente tinha respondido:

“A bola irá mais baixo e não irá mais longe.”

Após a intervenção, ele concluiu e trocou a resposta e explicou:

“Sendo a bola mais leve, a bola vai mais alto e mais longe.”

Já Fábio conseguiu responder sem problemas:

“A bola iria mais longe porque a gravidade é menor.”

Anita lembrou dos exemplos sobre a gravidade da Lua e aproveitou o mesmo raciocínio para responder esta questão:

“Seria como se desse um chute na bola lá na Lua, ela seria arremessada muito mais distante.”

As últimas questões desta etapa envolviam cálculo de peso, para reforçar a diferença entre massa e peso. Cada um deveria calcular o peso de uma pessoa de 60 kg, em newtons, numa gravidade de  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

Com orientação, os estudantes realizaram relativamente bem a atividade, fizeram o cálculo sem apresentar nenhum comentário. Foi percebida uma dificuldade de se fazer multiplicação com vírgula, em que a maioria buscou usar calculadora.

Na questão final, além de calcular o peso de uma rocha de massa 10 kg em um planeta de 25 m/s<sup>2</sup> de gravidade, era necessário verificar se o astronauta que tinha capacidade de erguer um peso de 245 N, conseguiria. Ao justificar o resultado, comparando os cálculos do peso da pedra com a capacidade do astronauta de levantá-la, a grande maioria respondeu que não conseguiria.

Anita e Graça responderam assim:

“Ele não vai conseguir porque ele tem 245 N de força, ele teria de ter mais de 250 N.”

Maria respondeu quase de forma igual as suas colegas:

“Ele não consegue, porque ele deveria ter a força de 250 N, mas ele só tem 245N.”

Com a aula dialogada da etapa anterior, os estudantes obtivessem condições para participarem das estações de aprendizagem – massa, peso e gravidade, do **quarto momento investigativo** (Apêndice A, p. 112). Então, antes do início das rotações nas estações de aprendizagens a turma foi dividida em 6 grupos de 3 e 4 pessoas para realizarem as atividades.

Todas as estações necessitaram de explicações do que era necessário fazer, principalmente as que dependiam de leitura e interpretação de texto, isto tomava bastante tempo e fez com que o grupo 3 não participasse de todas as estações. Na atividade de pesquisa *online*, ficou combinado que o estudante que possuísse mais habilidade com tecnologias digitais lideraria o grupo, ficou nítido que a maioria não tinha conhecimentos de informática e de *internet* suficientes para fazerem a pesquisa sozinhos, por isso foi importante estarem em grupo.

A pesquisa *online* foi sobre a massa, o raio e a gravidade de alguns astros do sistema solar e que ao final um aluno do grupo deveria medir a sua massa na balança e o grupo deveria calcular o peso da pessoa escolhida em cada astro pesquisado. Devido à dificuldade em lidar com novas tecnologias, demoraram mais um pouco na sua realização. Também ficaram bastante envolvidos na pesquisa e no cálculo do peso.

Para medir a massa corporal na balança, o grupo 4 escolheu a Bete, ficaram muito surpresos com a diferença do peso dela na Terra para o seu peso em Ganimedes e comentaram com ela brincando, pois sua massa era a menor do grupo, com 50 kg:

“Seu peso na Terra é 490 N e em Ganimedes é de 71 N, você lá iria flutuar de tão leve.”

Adilson, do grupo 5, e que quase não tinha experiência com computador, ao finalizar a atividade concluiu logicamente sobre as diferentes gravidades dos astros:

“Se fôssemos em Júpiter, teríamos que nos arrastar, a gravidade é muito maior do que da Terra e o nosso peso quase três vezes mais.”

O experimento físico foi bem satisfatório, após a explicação de como medir peso com dinamômetro, com bastante atenção e envolvimento dos participantes, conseguiam verificar a medição direta com a utilização do instrumento.

O experimento consistiu em medir o peso com o dinamômetro de três objetos, anotar e depois deveriam calcular as suas massas pela fórmula  $P = mg$ , sendo dada a gravidade de  $9,8 \text{ m/s}^2$  e anotar os três resultados para, logo após, levar os objetos à medição na balança e comparar se os valores das massas, que foram encontradas no cálculo e na balança, estavam muito diferentes, próximos ou iguais.

O grupo 3, de Anita, respondeu confirmando os resultados:

“Chegamos à conclusão de que a massa dos objetos ‘pesados’ na balança e no dinamômetro deram resultados próximos dos cálculos.”

Relatando o experimento semelhantemente, o grupo 5 escreveu:

“Os métodos funcionam, os resultados deram próximos e foram confirmados no dinamômetro, na fórmula e na balança.”

Todos os estudantes perceberam claramente e diziam que os resultados iam se confirmando próximos, ‘comprovando’ a teoria. Esta atividade não demorou na sua realização.

Na estação “leitura de texto, peso, massa e gravidade”, que continha uma charge sobre astronautas consertando um satélite e um texto explicando campo gravitacional, os estudantes do grupo 5 responderam sobre o que causa a queda dos objetos e o que faz com que existam lugares no universo com esta capacidade:

“A gravidade, quanto mais massa um astro possuir maior será a gravidade.”

Com muita facilidade, também o grupo 4 relatou:

“A gravidade, astros com muita massa.”

No final do texto havia uma charge do Garfield sobre sua vontade de comer exagerada que o deixava gordo. Então, o Garfield dizia que iria embora para um planeta onde a gravidade era menor para seu peso diminuir. Houve muita dificuldade de interpretação, não percebiam a ironia e as figuras de linguagens do texto, ficavam confusos. Na verdade, por causa da utilização propositalmente ‘errada’ da palavra peso no lugar de massa, que havia na charge do Garfield. Houve a necessidade de lembrar

que ele é um personagem cômico. Então, sempre cada grupo perguntava o que estava acontecendo naquele diálogo, como se não estivessem entendendo muito bem uma piada.

Após a explicação, o grupo 5 escreveu, entendendo a situação:

“Ele indo ou não para outro planeta, sua massa continuará a mesma.”

A última questão desta estação era sobre uma pergunta inicial do próprio texto, afinal tudo atrai tudo? O grupo 6 respondeu:

“Sim, mas depende da massa.”

Muito parecida com a resposta foi a do grupo 5:

“Nem tudo atrai tudo, depende da massa e da gravidade.”

Na atividade de redação, houve um ‘despertar’, com cada grupo falando de coisas diferentes que aconteceriam se na Terra não existisse gravidade. A vida seria mais fácil ou mais difícil? Também pediam auxílio para entender o que eles deveriam fazer e alguma dificuldade de interpretar o objetivo da atividade. Mas logo que entendiam partiam para sua realização com afinco.

O grupo 2 relatou os prós e os contras de um mundo sem gravidade:

“Se não existir gravidade seria ruim porque nós iríamos flutuar sem poder ter o controle de onde ir [...], o bom seria que nos tombos ninguém iria se machucar e sem peso as coisas ficariam leves [...].”

Também o texto do grupo 4 deixou claro que pensam como o grupo 2, que não seria fácil viver num mundo sem gravidade:

“Se a Terra fosse sem gravidade seria mais difícil, pois tudo iria flutuar com as coisas não tendo peso e seria ruim controlar quando fossemos nos deslocar [...].”

Concordando com a ideia dos seus colegas, o grupo 6 escreveu sobre os inconvenientes dos deslocamentos costumeiros e que iriam ser diferentes:

“Não iria ser legal viver num mundo sem gravidade, porque iríamos ficar de cabeça para baixo e flutuando dentro de casa. Todas as coisas teriam que ser fixadas para não flutuarem por não terem peso [...].”

O tempo não foi suficiente para que todos os grupos passassem por todas as estações, um grupo deixou de fazer uma estação e outro grupo só conseguiu fazer em parte. Três grupos fizeram todas as estações, isto no tempo de duas aulas de 45 minutos.

A utilização do método trouxe muito envolvimento entre eles na realização da atividade. Exige muito a participação do professor, indo de grupo em grupo mediando e explicando, sendo bastante trabalhoso fazer 4 estações num mesmo momento e até exaustivo, com isto foi necessário pedir ajuda a professores auxiliares da escola para algumas estações.

Iniciou-se, então, a aula do **quinto momento investigativo** (Apêndice A, p. 119) com uma conversa sobre os feitos de Arquimedes como um dos personagens da história que desenvolveu as máquinas simples e com exibição de *slides* de imagens, os alunos se mostraram interessados por causa dos seus inventos e construções para guerra, tanto que Carlos comentou que iria se aprofundar e perguntou onde conseguiria saber sobre as invenções e como funcionou o guindaste criado por Arquimedes para afundar os navios do inimigo.

Os estudantes entenderam bem a teoria das alavancas e dos tipos de alavancas sem dificuldades. Utilizando exemplos práticos com objetos da própria sala de aula, como caderno e apagador para explicar o conceito de equilíbrio e centro de gravidade, os estudantes repetiam e demonstravam positivamente que compreenderam o assunto.

Mas quando chegou na parte da equação de momento de uma força, explicando como encontrar a distância ou a força para encontrar o equilíbrio, já se percebia a dificuldade no cálculo: Anita e Maria diziam que já fazia tempo que não estudavam, por causa da pandemia e, por estar afastadas da escola há anos, não lembravam de como resolvia uma equação do 1º grau; Paulo e Kátia, mais novos, disseram que estudaram durante a pandemia, conseguiam entender melhor o cálculo. O problema na interpretação do texto para realizar as questões era geral, sempre perguntavam o que era para fazer, até mesmo em questões de respostas pessoais.

Logo foi perceptível que haveria problemas com cálculo, pois muitos não sabiam multiplicação com vírgula, também não lembravam ou não haviam aprendido equação, para mitigar o problema foi necessário empregar o uso direto da lógica da multiplicação para igualar os lados e encontrar o valor correspondente, por exemplo,  $2F_1 = 10$ , qual número que multiplicado por 2 é igual a 10. Os dois lados ficam iguais se a resposta for 5, ou seja, teria  $10 = 10$ . Com a dificuldade no processo de resolução de equação, passaram a resolver desta forma.

Para verificar uma possível aprendizagem e fixar os conteúdos abordados nesta etapa, o questionário produzido continha duas questões discursivas, sem cálculos e duas questões que envolviam cálculos. A primeira, sobre como atualmente as máquinas simples contribuem para o desenvolvimento de uma cidade e participam do dia a dia de uma família, obteve respostas diretas, como a do Adilson:

“Para o levantamento de cargas com o uso de guindastes e carretilhas (roldanas). Ferramentas como chave de rodas para remover parafusos.”

Dilma respondeu de acordo com as anotações que ela fez durante as aulas:

“Muitas ferramentas utilizam a alavanca como princípio básico de funcionamento: a tesoura, o pé de cabra, abridor de lata, chave de roda e outros para nos ajudarem.”

A segunda questão foi sobre como eles interpretavam a célebre frase de Arquimedes, “Dê-me um ponto de apoio que eu moverei a Terra”. Dilma também foi bem direta:

“Se tratando de mover uma grande carga por meio de alavanca.”

Já Carlos foi mais minucioso em responder:

“Ele quis dizer que se souber arrumar um ponto de apoio para fazer uma alavanca, ele pode mover qualquer coisa com muita facilidade e com menos força.”

Os cálculos no questionário abordaram torque e momentos de uma força, com uma resposta numérica e uma consideração sobre o resultado obtido que demandavam interpretação da situação, com isto a maioria fez os cálculos, mas poucos conseguiram realizar a parte final destas questões.

Quando foi perguntado, no segundo item da terceira questão, o que ocorreria se a ferramenta tivesse o braço da alavanca maior com aumento de 10 cm, em relação ao primeiro item, somente quatro estudantes responderam. Claudia elaborou uma resposta completa que surpreendeu pelos detalhes de cálculo, mostrando pela equação que a força antes de 300 N para retirar o parafuso, com o aumento do braço da força iria para 200 N e concluiu assim:

“Ele teria que fazer menos força para retirar o parafuso.”

A questão final foi sobre investigar se a distância do contrapeso de um guindaste de 500 kg deveria aumentar ou diminuir em relação ao ponto de apoio, comparado com o outro lado, para erguer 3000 kg a 6 m do ponto de apoio e em qual valor. A maior parte da turma não foi conclusiva, mas respondeu numericamente. Somente a Rita respondeu de forma completa:

“A distância deverá diminuir quase a metade em relação ao outro lado.”

Na parte de cálculo ela resolveu assim:

$$3000 \times 6 = 1800$$

$$500 \times 3,6 = 1800.”$$

Ficou claro, na forma de resolução da Rita, que ao comparar as duas equações o valor da distância na segunda diminui.

Caio e outros estudantes ainda se confundiam com a situação de se aumentar o comprimento do braço da força para diminuir o esforço, pois o torque dava um valor maior, ele disse que achava que o momento ou torque deveria diminuir quando a distância aumentava. Por isso a correção das questões foi bem minuciosa para que as dúvidas fossem resolvidas para eliminar esta ‘confusão’.

Retornando as estações de aprendizagens, os grupos se formaram novamente para as realizações das atividades sobre as alavancas, no tempo de duas aulas, dando início ao **sexto momento investigativo** (Apêndice A, p. 127).

Na estação de equilíbrio, que contou com experimento físico, os estudantes foram seguindo o roteiro da atividade, colocando pesos definidos nos dois lados de uma haste pendurada horizontalmente, fazendo-a permanecer em equilíbrio.

Inicialmente os estudantes necessitaram de um pouco de ajuda para realizarem a atividade, primeiramente, distribuía os pesos de qualquer forma para equilibrarem a haste, houve necessidade de intervenção para dizer como se colocava o peso. A tendência dos grupos foi procurar o ponto de equilíbrio por tentativas. Eram lembrados que poderia ser por cálculo, utilizando momento, então, achavam mais rapidamente desta forma. Ainda assim, uns ainda insistiam em procurar o ponto intuitivamente por tentativa.

A pergunta que concluía o experimento foi sobre as condições de equilíbrio de um corpo rígido quanto à translação e rotação. Após seguirem todas as etapas do experimento, o grupo 4 descreveu que:

“Para que tenha equilíbrio o momento tem que ser igual a 0.”

Semelhantemente, o grupo 5 respondeu:

“Que o resultado do momento tem que dar 0.”

Todos ficaram bem envolvidos com a atividade, menos o grupo 3 que, novamente, não conseguiu fazer todas as atividades das estações dentro dos tempos de aulas reservados para sua realização.

Na estação de pesquisa sobre guindaste, era nítido que alguns membros dos grupos possuíam inabilidade com *internet*, mesmo como utilizar um site de pesquisa, por não terem conhecimento de informática e pouco contato com computador, isto ocorria com estudantes mais jovens e nos mais adultos que estavam a muitos anos sem frequentarem a escola. Outros que faziam mais rapidamente a

pesquisa e sem necessidade de auxílio, eram alunos que tinham mais contato com computador e não estavam afastados da escola por muito tempo.

As dúvidas sobre a pesquisa de guindaste era se deviam pesquisar sobre o funcionamento ou sobre os equipamentos que formavam um guindaste. Mais uma vez, não conseguiram interpretar o direcionamento dado no texto para realizar a tarefa, que pedia para investigar o funcionamento dos guindastes e se a sua composição tem a ver com as máquinas simples. O grupo 3, na sua pesquisa, escreveu que:

“Os guindastes funcionam com vários componentes: cabos de aço, roldanas, rodas com eixos, engrenagens e o que faz funcionar é o motor elétrico [...]”

O grupo 2 pesquisou mais sobre as utilizações dos guindastes:

“[...] tem função de elevar e movimentar cargas pesadas, com precisão e agilidade [...].

Pesquisando sobre o funcionamento e a composição, o grupo 1 colocou assim:

“[...] realiza transmissão de força através de uso de cabo de aço, alavancas e polias, os quais permitem o içamento de cargas pesadas.”

A atividade na estação com simulador de gangorra foi realizada seguindo o roteiro da atividade, onde todos os estudantes fizeram e acharam a simulação fácil e simples. Muitos faziam por tentativa e não por cálculo para encontrar as posições das pessoas e pesos na gangorra. Tanto que o grupo 4, quando foi pedido para descrever como chegou ao valor da medida da distância do ponto de apoio, escreveu:

“Fui testando até ficar equilibrado.”

Também o grupo 1 fez da mesma maneira para alcançar o equilíbrio:

“Fomos movimentando em diferentes distâncias até chegar ao equilíbrio.”

Já o grupo 3 foi mais específico, mas também por tentativa:

“Arrastando o tijolo de 15 kg para a distância de 1 metro até encontrar o equilíbrio.”

Na última atividade foi necessário fazer o cálculo para encontrar qual era a massa do ‘presente’, então, eles percebiam que era necessidade e perguntavam se era pela fórmula do momento que se resolvia e, assim, realizaram o cálculo, encontraram o valor da massa para voltar ao simulador com o resultado para finalizar.

A resposta do grupo 5 foi completa e mostrando agora que já estavam dominando a forma de resolução da equação do 1º grau:

“A massa do presente foi  $B = 5 \text{ kg}$ .”

“ $B \times 2 = 10 \times 1$ ,

$$B = 10 / 2,$$

$$B = 5 \text{ kg.}''$$

Na estação de alavancas foram colocadas ferramentas com os pontos já localizados com etiquetas, ponto apoio (A), força potente (FP) e força resistente (FR). Caberia a cada grupo transportar para folha de atividade estas informações e, então, analisar qual era o tipo de alavanca que atua em cada ferramenta. Cada grupo pegava sua apostila da aula teórica para definir qual era o tipo de alavanca e responder a atividade. Os estudantes conversavam muito entre si para decidir se, de acordo com o esquema de forças e ponto de apoio de cada ferramenta, qual deveria ser o tipo de alavanca. Muitos discordavam do que o outro tinha entendido, era necessário fazer intervenções para ajudar quando não estavam percebendo as posições e o nome correto, como no caso do grupo 3, onde Anita divergia da Edilma, dizendo que:

“Se o ponto de apoio está entre a força potente e a força resistente, não pode ser a alavanca interpotente, porque a força potente que está entre as outras. Nesse caso, só pode ser interfixa.”

Edilma, que ainda estava na dúvida, pediu ao professor para confirmar se ela ou a colega estava certa, então, por meio das ilustrações do material didático, foi explicado novamente como identificar os tipos de alavancas.

Enquanto manuseavam as ferramentas, os integrantes do grupo 1 já tentavam descobrir onde atuavam as forças potentes e resistentes, sem olhar as etiquetas. O que chamava mais atenção foi a vara de pescar e o carrinho de mão. Eles simulavam seu uso para identificar os pontos de força e o ponto de apoio. Com a vara de pescar em mãos e apoiando na perna, o Rafael disse:

“Olha, o ponto de apoio fica na perna. Agora onde fica a força resistente? Na mão ou na ponta da vara?”

Então, Carlos respondeu ao Rafael para ajudar ao grupo a adiantar a tarefa:

“Parece que na hora que o peixe pega a isca, ele fica forçando a linha, só pode ser ali a força resistente.”

Assim, o grupo 1 conseguiu, com esta interatividade com as ferramentas e instrumentos, analisar e responder mais rapidamente toda atividade.

Para iniciar o **sétimo momento investigativo** (Apêndice A, p. 134) foi solicitado aos alunos que criassem/fornecessem seu e-mail para inscrevê-los numa turma na plataforma *Google Classroom*,

com o nome ‘máquinas simples’, com a proposta de fazer aulas remotas com vídeo e texto didático sobre roldanas (polias) e plano inclinado.

Muitos estudantes não tinham e-mail e foi necessário encaminhá-los para sala de informática para que, com auxílio, fossem criados os e-mails. Foi marcada uma aula para ensinar como entrar e realizar as atividades na plataforma *Google Classroom*. Aqueles que estavam muito tempo afastados da escola tinham muita dificuldade em acessar o e-mail e entrar na plataforma, tanto que Adilson, Anita e Vilma pediram a presença do professor, pois não sabiam utilizar o *mouse*. Outros, como André, Carlos e Paula, que tinham mais experiência com informática, conseguiam acessar a plataforma e logo entenderam como fazer a atividade.

Foi combinado com os estudantes que tinham *internet* uma aula pelo *Google Meet* para realizarem as atividades desta etapa e, com os estudantes que não tinham *internet*, foi marcado um horário de aula para realizarem na escola, no laboratório de informática, principalmente os que tinham muita dificuldade.

Os integrantes de cada grupo sentavam-se lado a lado nos computadores para realizarem a atividade no *Google Classroom*, trocaram ideias como uma equipe.

Todos foram instruídos para, inicialmente, assistirem o vídeo sobre roldanas (polias) e plano inclinado e, depois, lerem o texto, após isto veio o momento de conversar sobre o vídeo e de reforçar com os estudantes o que eles leram no texto do material sobre roldanas, com ênfase para calcular a força utilizada para erguer uma carga através da fórmula  $F = P/2$  para roldanas móveis. Depois, falando sobre o texto do plano inclinado, Adilson logo percebeu no texto algo sobre a sua vantagem:

“Já entendi, o plano inclinado é como alavanca, quando aumenta o tamanho da rampa, diminui o peso.”

Adilson estava relacionando o esforço que diminui quando se aumenta o comprimento do braço da força em uma alavanca, com o que ocorre quando se aumenta o comprimento da rampa num plano inclinado.

O **oitavo momento investigativo** (Apêndice A, p. 139) contou com três estações, uma com simulador “plano inclinado *Geogebra*”, outra com simulador “força e polia” e um questionário de múltipla escolha sobre estes assuntos.

Com certa dificuldade para encontrar onde estavam as atividades de cada estação no *Google Classroom*, mas com a devida orientação, os grupos iam se localizando e iniciaram as estações.

Seguindo o roteiro da estação “roldanas (polias)”, onde se encontrava o *link* do *site* para o simulador “força e polia”, os estudantes iniciaram a atividade que consistia em, a cada passo, adicionar pesos e ir aumentando o número de polias móveis, calcular a força necessária para erguer cada peso e

em quantas vezes a carga estava sendo diminuída. Ao final deveriam responder qual relação pode ser identificada entre o número de polias e a força aplicada.

Quando encerravam, devolviam ao professor, pela plataforma *Google Classroom*, o arquivo para correção. Para esta devolução os grupos necessitaram ser instruídos de como fazê-lo no momento em que terminavam, pois, como o roteiro estava na forma de arquivo de texto, era necessário anexar para enviar e os estudantes não tinham experiência neste tipo de aplicativo.

O grupo 2, seguindo cada passo do roteiro, finalizou escrevendo o seu entendimento acerca do acréscimo de polias:

“Cada polia móvel diminui pela metade a força necessária para levantar um objeto.”

Mesma conclusão chegou o grupo 5, após fazer todos os cálculos:

“A força vai sendo dividida por 2 e depois por 2 e assim por diante, a cada polia colocada.”

Um problema de atenção afetou o grupo 1, o que não permitiu que eles finalizassem a atividade, pois comentaram que não conseguiram responder. Ao se investigar e esclarecer a situação, o motivo foi dado pelo Roberto:

“Nós não lemos muito bem a atividade e depois usamos valores que pareciam com exemplo dado pelo professor, aí fizemos igual e no final ‘misturamos’ tudo e não deu certo.”

Na estação “plano inclinado”, conforme na anterior, os estudantes abriram a página com a instrução que continha o *link* do *site* do simulador “geogebra” e com o *link* para o roteiro (formulário *Google*).

Nesta simulação, os estudantes podiam variar o ângulo da rampa e com isto aumentar o comprimento dela, além de poderem escolher a massa de dois blocos, bloco 2 sobre a rampa e do bloco 1, ligados por cabo que passa por uma roldana fixa, sendo o propósito do experimento descobrir qual bloco irá puxar o outro, se é o bloco 2, que está sobre a rampa, ou o bloco 2 que está solto e pendurado pela corda no outro lado da carretilha. Mantendo o peso em cada etapa da simulação com massa 1 = 10 kg e massa 2 = 5 kg, variando apenas o ângulo, eles foram descrevendo o que ocorre.

O grupo 5, quando acionou a simulação, reagiu com naturalidade quando o peso menor puxou o peso maior e relatou;

“O peso menor que está pendurado foi carregando o maior por causa do ângulo ser pequeno.”

Conforme o grupo ia avançando na atividade, os alunos foram percebendo que, aumentando o ângulo gradativamente, o peso menor ainda continuava puxando o maior, até que num certo ponto ficaram surpresos e Camila chamou o professor e disse:

“Professor acho que deu um problema no simulador, ele está travado.”

Então o professor respondeu para o grupo que não era um problema no simulador e que fazia parte do processo e pediu para colocar pouco menos de  $30^\circ$  e ‘soltar’ a simulação e depois colocar um pouco mais de  $30^\circ$  e ‘soltar’ novamente, assim que fizeram eles perceberam e Francisco logo disse:

“Eles (os pesos) é que vão parando para mudar de situação.”

Logo, assim, conseguiram responder com consciência a atividade:

“O ângulo de  $30^\circ$  equilibrou as massas, assim não tem movimento.”

Nesta mesma etapa da atividade, o grupo 2 não teve tanta dificuldade para responder:

“Não vai subir nem descer por conta de que o ângulo está equilibrando.”

Agora com um melhor entendimento do experimento, o grupo 5 conseguiu responder com facilidade o último item que pergunta em qual momento houve a modificação do movimento dos blocos e o que influenciou para isso. Viram que não tem a ver com ângulo e com a massa.

“A partir de  $30^\circ$ , o plano inclinado se modifica variando o tamanho, quanto maior a rampa menor a força e quanto menor a rampa maior a força.”

Na estação “questionário *online*”, que também por onde os estudantes tiveram acesso pela plataforma *Google Classroom*, responderam cinco questões objetivas de múltipla escolha, sendo três sobre roldanas e duas sobre plano inclinado.

As questões em que os estudantes enfrentaram a maior dificuldade foram sobre roldanas, pois uma delas necessitava de cálculo e outra de raciocínio matemático. Eles tentavam confirmar se suas respostas estavam corretas: João com dúvida por causa da linguagem matemática da questão, perguntou:

“Professor, com duas roldanas móveis pode se dizer que dividir por quatro é a mesma coisa que reduzir a força aplicada por quatro vezes?”

Outros estudantes também buscavam por confirmação para ajudarem nas suas respostas, assim como João, para se sentirem mais seguros.

Nas questões sobre plano inclinado, os estudantes tinham mais facilidade, mas ficavam refletindo nas situações para poderem responder melhor, Carlos até pediu uma dica para poder visualizar o problema:

“Como posso ver nesta situação, se aumentar o ângulo da rampa pode diminuir a rampa e o esforço para subir um peso nela?”

A dica dada foi para que fizessem um esquema com duas rampas com ângulos muito diferentes e imaginassem em qual delas seria mais difícil empurrar uma caixa. Assim, logo todos terminaram o questionário sem mais problemas.

Para o **nono momento investigativo** (Apêndice A, p. 147), os estudantes tiveram uma aula sobre mapas conceituais, para aprenderem a elaborar mapas, que posteriormente fariam na última estação sobre o tema “Máquinas Simples”, então, primeiramente, tiveram uma instrução sobre como elaborar mapas.

Foram utilizados exemplos em outras áreas de ciências da natureza com mapas de ‘pequena’ e ‘média’ complexidade, explicando como as frases de ligação auxiliam a dar sentido a um mapa, conectando os conceitos.

Os estudantes reagiram bem e acharam interessante, porém, quando chegou a hora de criar um mapa simples sobre o sistema solar, como exercício, as coisas complicaram um pouco. Os estudantes tiveram muita dificuldade, mesmo delimitando o assunto e fornecendo os conceitos centrais que deveriam estar presentes. Sempre que conseguiam conectar um conceito, ‘travavam’ na hora de encontrar uma frase de ligação para outro conceito e pediam ajuda ao professor, tanto que Silvia chegou a dizer:

“Não consigo sair do ‘lugar’, preciso de ajuda nas palavras para conseguir colocar todos esses conceitos.”

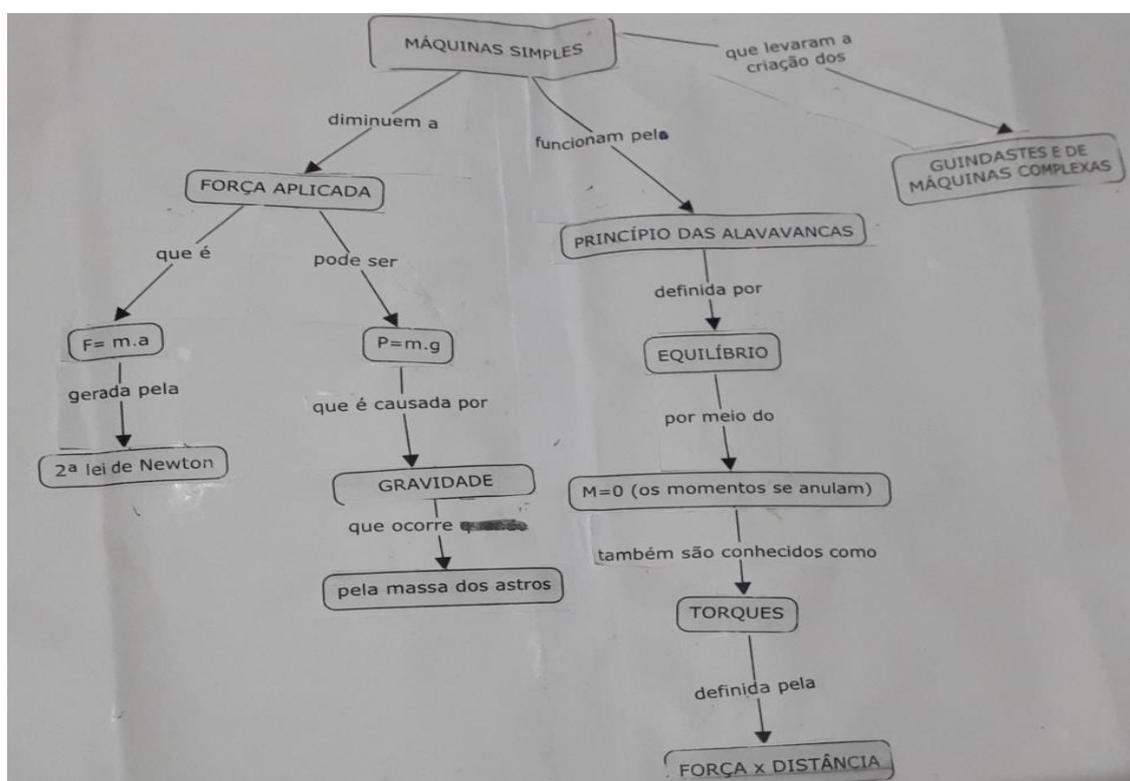
Percebendo a dificuldade de relacionar as frases de ligação com os conceitos, no outro dia, para a aula da atividade do mapa conceitual de Máquinas Simples, no **décimo momento investigativo** (Apêndice A, p. 149), como a atividade exigia utilizar palavras determinadas que foram estudadas para elaboração do mapa, todas as palavras foram impressas, recortadas e entregues para cada grupo. Assim, eles fizeram a atividade como se fosse um quebra-cabeça, onde as frases de ligação já estavam com as setas e com letras minúsculas para diferenciar dos conceitos que estavam com letras maiúsculas.

Portanto a atividade obteve maior fluidez que os exercícios que foram aplicados anteriormente. Cada grupo recebeu cola, folha de papel para fixar o mapa e um saquinho plástico com as palavras recortadas.

O grupo 4 começou a colar antes de verificar se as proposições formadas iriam dar um fechamento adequado, assim que perceberam chamaram o professor para perguntar se poderiam mudar, então, foi dado um novo material com a orientação para colar no final de tudo e tendo observado outras possibilidades.

Assim, ao final eles colaram tudo e mesmo refletindo bem, ainda trocaram de lugar algumas frases de ligação, que não estavam em concordância como, por exemplo, ‘definida pela’ por ‘gerada pela’, conforme a figura 18 mostra a seguir.

**Figura 18** - Mapa conceitual elaborado pelo grupo 4.



Fonte: autoria própria.

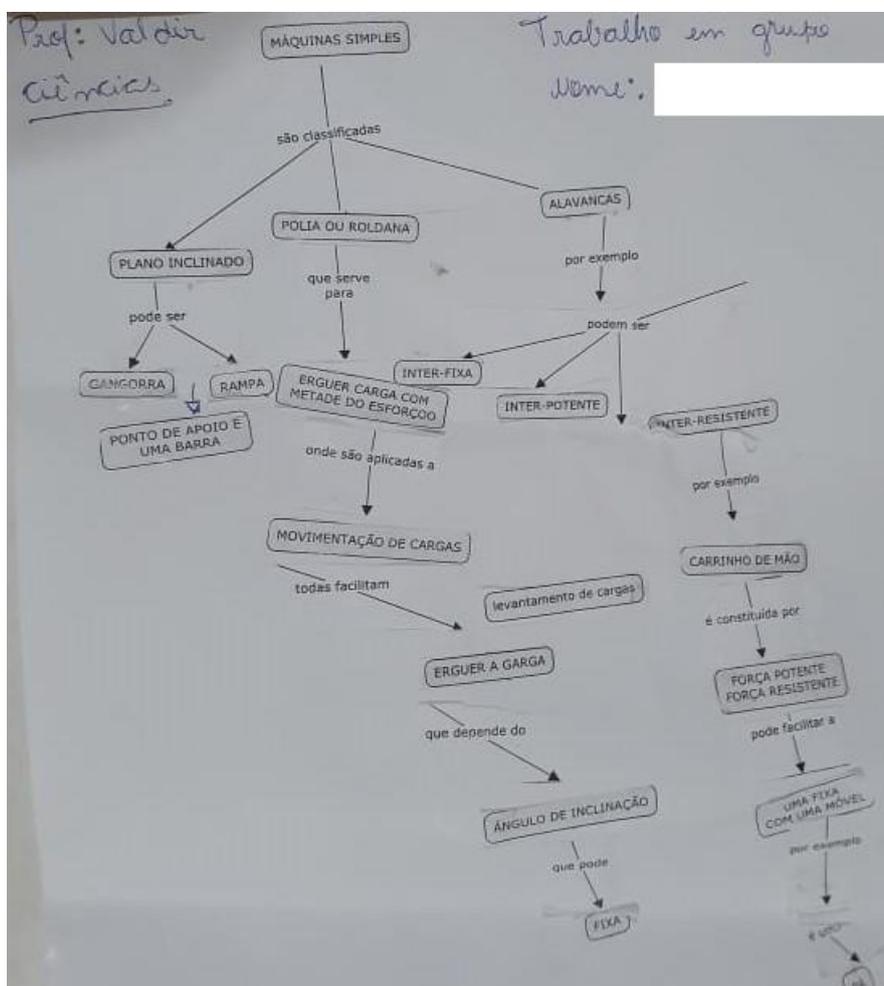
Também o grupo 1 estava agindo da mesma maneira, eles já tinham colado de forma que utilizaram um conceito primeiro que o outro, nesta sequência:

“As máquinas simples podem ser ‘frase de ligação’, interfixa ou interpotente ou inter-resistente, conceito.”

Quando perceberam que podiam ter ligado “máquinas simples” (conceito) primeiro, com ‘são classificadas’ (frase de ligação), pois estava ‘sobrando’ os conceitos “alavancas”, “polia” ou “roldanas” e “plano inclinado”, e teriam que trocar a posição já colada, foi dado, então, outro material e a orientação de colar tudo no final.

Mesmo assim este grupo permanecia confuso em reunir os conceitos com as frases de ligações seguintes, misturando uma área de conceito com outra, como mostra o mapa elaborado por eles, na figura 19 em seguida:

**Figura 19** - Mapa conceitual elaborado pelo grupo 1.



Fonte: autoria própria.

Os estudantes ficaram muito envolvidos com a estratégia do quebra cabeça e utilizaram todo tempo da aula para testarem outros arranjos entre as frases de ligação e conceitos que, possivelmente, poderiam fazer e entregarem a atividade final.

## 6 ANÁLISE DE DADOS

Será realizada neste capítulo a análise de dados que foram levantados pela pesquisa durante o processo de aplicação do produto educacional, segundo a perspectiva da fundamentação teórica.

### 6.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A apresentação da proposta de trabalho de pesquisa com aplicação de um material didático diferenciado trouxe uma expectativa positiva aos estudantes do nono ano da educação de jovens e adultos, pois estavam desmotivados pelos mesmos estilos das aulas apresentadas até então e que gostariam, segundo eles, de participar de aulas com experimentos físicos e virtuais, atividades computacionais *online* e atividades em grupo, conforme foi dito durante o convite feito para que participassem do projeto.

Com o início dos trabalhos, os estudantes ficaram surpresos com a dinâmica das atividades implementadas e sempre se mostrando ávidos em saber qual e como seria cada nova fase apresentada a cada aula. Até mesmo os professores de outras disciplinas gostaram de ver o envolvimento e interesse demonstrados pelos estudantes pelas aulas que cediam parte seu tempo para que finalizassem as atividades do presente projeto.

Para o tratamento das inúmeras informações levantadas pela pesquisa, o método desenvolvido por Bardin possui instrumentos adequados para interpretar os dados obtidos. Preliminarmente, eles devem ser escolhidos seguindo o critério de relevância. Geralmente, “esta fase tem três missões: a escolha de documentos a serem submetidos a análise, a formulação das hipóteses e dos objetivos e a elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação final.” (BARDIN, 2006, p.125).

Segundo para etapa de categorização dos dados obtidos, depois “de especificar a hipótese e de enquadrar dentro do perfil teórico” (BARDIN, 2006, p. 133), ocorre o processo de estruturação que irá “isolar os dados” e dar “uma certa organização às mensagens” (BARDIN, 2006, p. 148).

Segundo Bardin (2006, p. 147), são estabelecidos critérios de classificação para categorizar os dados obtidos de modo a entender como a informação é transmitida (sintaxe), o significado das palavras (semântica), a linguagem utilizada (léxico), as expressões utilizadas (expressivo). Confirmando a importância desta etapa na análise de conteúdo, escreve:

Classificar elementos em categorias impõe a investigação do que cada um deles tem em comum com os outros. O que vai permitir o seu agrupamento e a parte comum existente entre eles [...]. O processo classificatório possui uma importância considerável em toda e qualquer atividade científica. (BARDIN, 2006, p. 148).

De acordo com Bardin (2006, p. 149), a reunião desses elementos consistirá num material condensado que representará de forma simplificada todos os dados obtidos durante a pesquisa.

Nesta perspectiva, a categorização fornece uma representação dos dados obtidos na pesquisa presentes no capítulo anterior. Portanto, a partir das observações docentes durante a aplicação e das respostas dos alunos às atividades, tendo em vista também os fundamentos teóricos que nortearam a pesquisa, as categorias selecionadas também possuem um viés *a priori*, segundo a perspectiva de Bardin (2006, p. 96). Sendo assim, a categorização foi dividida nos seguintes temas gerais: concepções alternativas, diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, diversidade de situações (Vegnaud), aprendizagem significativa dos conceitos, aprendizagem procedimental e atitude/perfis motivacionais.

## 6.2 DIALOGANDO COM OS REFERENCIAIS TEÓRICOS

Neste item serão apresentadas as categorias apontadas anteriormente e submetidas a uma análise segundo o referencial teórico proposto, à luz do objeto de pesquisa.

### **Concepções alternativas**

No decorrer da aplicação dos questionários e das diversas atividades, principalmente na etapa introdutória, foi percebido que os estudantes tentam expressar o conhecimento que ainda está sendo consolidado, utilizando palavras e frases de um vocabulário próprio, porém, não ‘muito científico’, tentando explicar com suas próprias palavras o que estão entendendo. Entretanto, estas concepções podem denotar o que eles estão compreendendo dos conceitos que foram ministrados durante as aulas, sendo um importante indicador do processo de aprendizagem. A professora Juliana Machado destaca o aspecto explicativo das concepções alternativas em seu livro Metodologia do Ensino de Física:

É possível, hoje, encontrar na literatura do ensino de ciência pesquisas sobre concepções alternativas de qualquer área da Física. Tornaram-se extremamente populares os testes para detecção dessas concepções, aplicados geralmente na forma de questionários. Com isso, sabe-se consideravelmente bem quais são as concepções alternativas que se pode esperar de um estudante que chega às salas de aula. Além disso, várias outras características dessas concepções têm sido percebidas pelos pesquisadores. Uma delas é que elas são explicativas: mesmo que elas possuam eventualmente inconsistências internas, elas preenchem a necessidade de explicação do sujeito, que as considera satisfatórias. E, de fato, em grande parte das situações cotidianas elas servem aos propósitos a que se destinam, inclusive de comunicação. (MACHADO, 2018, p. 29).

No questionário introdutório pode se observar, nas respostas dos estudantes, numa situação do cotidiano, suas concepções acerca do que dever-se-ia escolher entre três possibilidades para se retirar

uma caixa com a metade do peso da própria pessoa de um lugar alto: unicamente com as mãos, utilizando uma rampa como suporte ou corda e roldana.

Foi observado neste aspecto a resposta de Adelson, Matias e Carlos respectivamente:

“[...] a vantagem é com a corda e a roldana, porque pegaria menos peso.”

“A corda vai facilitar muito o trabalho por causa do peso.”

“Eu usaria a corda e a roldana para descer a caixa, pois faria menos força.”

Fica evidente, na resposta dos três estudantes, que a utilização da corda com a roldana trará uma ‘economia’ de força, devido se tratar de uma máquina simples muito utilizada e conhecida por facilitar e trazer vantagem na movimentação de uma carga, optaram por tal resposta por acreditarem diminuir o esforço, mas no caso de não ser uma roldana móvel, a força ou o peso reduzido seria o mesmo que descer a caixa com as mãos. Este comportamento está em consonância com Chassot, que os estudantes “já chegam às aulas com ideias sobre vários fenômenos e conceitos que, muitas vezes, são diferentes dos que lhes serão ensinados” (CHASSOT, 1995, p. 61 apud ODY; LONGO, 2018, p. 4).

A elaboração das questões discursivas dos questionários teve o objetivo de captar, de acordo com o cotidiano, o que e como os estudantes estão compreendendo o conteúdo que, segundo Kavanagh e Sneider (2007, p. 47), e se tratando de gravidade, o professor deve buscar todos os meios para obter do aluno suas concepções, no tocante ao conceito, e a este respeito os autores afirmam deve ser feito dentro do contexto do estudante, ou seja, “[...] fazer com que o estudante aplique o conceito de gravidade em contextos do mundo real [...]” (KAVANAGH; SNEIDER, 2007, p. 46).

Numa média de quinze estudantes que participaram das aulas, verificou-se pelo questionário introdutório que 85% não sabem sobre centro de gravidade e outros 15% deram respostas sem nenhum sentido lógico ou confundiram com outra palavra parecida. Cerca de 80% responderam que não sabem o significado de momento de uma força, 10% responderam com exemplos do que a força realiza e 10% com respostas sem sentido. Sobre máquinas simples e alavancas, 50% responderam que nunca ouviram falar ou não conheciam, 30% responderam que serviam para tornar as tarefas mais fáceis e os outros 20% responderam que sim, mas não lembravam.

Ausubel fala sobre a utilização daquilo que os estudantes entendem, especificamente sobre os assuntos desenvolvidos durante as aulas, para que ao seu tempo eles possam ser ajustados.

A importância de se possuírem ideias relevantes, ou apropriadas, estabelecidas, já disponíveis na estrutura cognitiva, para fazer com que as novas ideias logicamente significativas se tornem potencialmente significativas e as novas ideias potencialmente significativas se tornarem

realmente significativas, bem como fornecer-lhes uma ancoragem estável. (AUSUBEL, 2003, p. 12).

Então, após assistirem os vídeos sobre máquinas simples (qual atividade de qual etapa), que serviram como organizadores prévios do assunto estudado, que segundo Ausubel (1980, p. 71) poderão contribuir para fornecer apoio cognitivo para os subsunçores, foi percebido um pensamento igualitário dentre quatro estudantes na seguinte pergunta do questionário relativo à atividade: “No seu entendimento, a ação da gravidade contribui para o funcionamento de todas as máquinas simples? De que forma?”

Leda, Adelson, Anita e Frederico responderam:

“Sim, é a gravidade que ajuda a gangorra a descer e que puxa ela de volta para cima”.

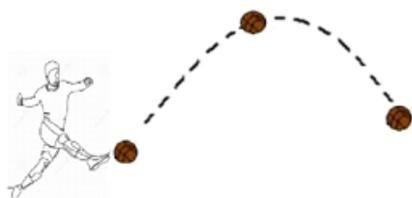
“Sim, na alavanca (gangorra), através do peso de um lado e a gravidade puxando para cima do outro.”

“Sim, suspender um peso é uma ação da gravidade.”

“Sim, quando um peso é levantado ou abaixado é a gravidade que ajuda.”

No tocante à resposta oferecida pelos estudantes estar correta, percebe-se que no entendimento deles, a gravidade atua em todos os sentidos, que, segundo Colombo Jr. e Silva (2008, p. 42), em pesquisa realizada com estudantes, foi registrado que eles tendem a pensar desta forma sobre a gravidade em que ela “age para cima em objetos que estão se movendo verticalmente para cima” (Ibid., p. 6), por terem concepções múltiplas, quando tentam explicar um fenômeno, acabam relacionando a outro.

Também foram observadas as concepções de alguns estudantes sobre gravidade que foram captadas na seguinte pergunta do questionário da aula introdutória sobre massa, peso e gravidade: “Digamos que a Terra tivesse metade da massa e mesmo tamanho. Quando um jogador de futebol fosse chutar uma bola, o que aconteceria em relação à altura e distância que essa bola atingiria em comparação com o que acontece na Terra com suas medidas normais, com o mesmo chute?”



A estudante Genilda respondeu que:

“A bola cairia mais perto, por que gravidade é menor.”

Semelhantemente, Talita respondeu:

“Ele chutaria mais perto porque este planeta tem a metade da massa da Terra.”

O Marcelo insere em sua resposta algo mais do que as suas colegas, o peso da bola:

“A bola iria mais perto do que na Terra, pois o peso da bola é maior e menor gravidade.”

Pode-se observar na resposta o conflito entre a prática e o conceito, considerando que a força para chutar na Terra fosse feita neste local, conforme foi explicado, e a gravidade sendo menor, conforme acertadamente a estudante respondeu, a bola iria mais longe neste novo lugar. Colombo Jr. e Silva, diz sobre a pesquisa feita por Nardi e Carvalho, “Chegaram à conclusão que os estudantes trazem concepções conflitantes sobre gravidade” (COLOMBO JR.; SILVA, 2008, p. 5), devidos as multiplicidades de ideias envolvidas.

### **Diferenciação progressiva**

Esta categoria escolhida para análise tem uma representação especial para a pesquisa, pois ela pode indicar, se houve ou não, alguma evolução de ideias ou conceitos prévios que os estudantes tinham acerca do assunto que envolve o estudo de máquinas simples, e que puderam ser desestabilizados em decorrência das várias situações diferentes em que eles foram abordados e sendo gradativamente aprofundados, primeiramente, nas aulas dialogadas e, posteriormente, nas ‘estações’ de aprendizagem. Nesta perspectiva, a “diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos.” (MOREIRA, 2011, p. 20).

Assim, na segunda etapa investigativa, os estudantes após assistirem três vídeos sobre máquinas simples, que serviram como organizadores prévios (AUSUBEL e outros, 1978, p. 171), responderam ao questionário de onde puderam ser coletados indícios de alguma mudança relativa ao que foi captado no questionário introdutório. Esta etapa foi uma introdução para a aula dialogada sobre massa, peso e gravidade (terceira etapa investigativa), onde o processo de diferenciação progressiva foi explicitamente iniciado, em especial, por ocasião das estações introdutórias (quarta etapa investigativa).

As respostas do questionário (segunda etapa investigativa) mostraram que todos os estudantes conheciam todas as máquinas simples, mas não sabiam que recebiam esse nome. Destes, 92% souberam especificar algum tipo de máquina simples que conheciam.

Quanto à ação da gravidade tornar possível o funcionamento das máquinas simples, 70% responderam que sim e, destes, a metade respondeu que o peso tem relação com gravidade.

Os estudantes disseram ao final da atividade que os vídeos assistidos os fizeram lembrar de algumas ‘coisas’ que foram perguntadas no primeiro questionário e que eles poderiam fazer melhor agora, mostrando claramente a evocação das concepções alternativas para acionar uma possível explicação potencialmente mais complexa, mas ainda demandando a construção de conhecimentos científicos mais estruturados, o que ficou a cargo das próximas etapas.

Na aula dialogada sobre massa, peso e gravidade (terceira etapa investigativa), pode também se verificar alguma mudança de concepção sobre gravidade. Numa das perguntas do questionário havia uma cujo objetivo era investigar se haviam compreendido e evoluído no conceito de gravidade e suas consequências, ao menos introdutoriamente. Na questão “Por qual motivo dizemos que o peso é uma medida que pode variar de um lugar para o outro?”, cerca de 82% dos estudantes responderam que a gravidade pode ser diferente de um lugar (astro) para o outro.

Continuando nesta etapa, os estudantes responderam as duas últimas perguntas do questionário que eram sobre gravidade. Necessariamente, eles teriam que resolver por meio de cálculo para responder as questões. A penúltima tratava-se, de forma geral e direta, de encontrar a medida do peso de uma pessoa de massa de 60 kg na gravidade da Terra. A última, eles deveriam calcular o peso de uma pedra de massa de 10 kg numa gravidade de  $25 \text{ m/s}^2$  e se um astronauta conseguiria erguer a pedra, se ele tem a capacidade máxima de erguer 245N. Calcular o peso de uma pessoa, por apenas exigir uma ação direta e utilizando a fórmula  $P = m \cdot g$ , não apresentou dificuldade para os estudantes, pois 82% conseguiram realizar corretamente esta questão. Quanto a última pergunta do questionário, que buscou diferenciar, aprofundar e raciocinar logicamente, os estudantes ficaram muito mais reflexivos do que na questão anterior, alguns pediram para explicar a questão e com dificuldade tentaram responder, sendo que 50% conseguiram responder conclusivamente e acertadamente.

No primeiro ciclo de estações (massa, peso e gravidade), quarta etapa investigativa, na estação ‘leitura de texto’, na questão que pergunta “O que causa a queda dos corpos e que faz com que existam lugares no universo com esta capacidade?”, 75% souberam apresentar diretamente a gravidade como causa da queda dos corpos e ainda relacionar a massa de um astro à gravidade. Isto revela que os estudantes já identificam que o peso é uma consequência da gravidade e que é variável, que depende da massa de um astro.

Na aula introdutória sobre máquinas simples (quinta etapa investigativa), foram abordados alguns aspectos das alavancas, como torque, momento de uma força e os cálculos que envolvem esses conceitos, os quais foram explicados com os exemplos do material elaborado no produto educacional e, depois, novos exemplos na lousa para que os estudantes fizessem sozinhos no caderno, onde eram ajudados com as dificuldades no desenvolvimento dos cálculos.

Logo assim, os estudantes passaram a responder ao questionário desta etapa investigativa, onde há questões de cálculo direto do valor do torque e outra para avaliar se conseguiram entender o significado de quando se aumenta o braço da força, com um torque maior, o esforço (força) diminui. Daí, verificou-se que cerca de 50% conseguiram calcular o torque e distinguir que com o aumento do comprimento da ferramenta (braço da força), torque maior, responderam que a força realizada para retirar um parafuso seria menor, para manter o torque. Aproximadamente 25% não conseguiram responder satisfatoriamente as duas questões e os outros 25% responderam acertadamente somente o cálculo do torque realizado e não conseguiram finalizar sobre o novo valor do torque e sua consequência.

A questão que seguiu, sobre momento de uma força, tratou de verificar qual a distância em que deveria ser colocado um contrapeso num lado do guindaste que levanta um peso do outro, então, os estudantes deveriam investigar se a distância seria maior ou menor, em relação ao peso que estava do outro. Os que conseguiram realizar apenas o cálculo foram 73%. Destes, 33% responderam conclusivamente que a distância seria menor. Interessante verificar que há uma discrepância entre fazer os cálculos e compreender conceitualmente o problema.

A atividade ‘questionário *online*’, da sétima etapa investigativa, ocorreu após a aula introdutória sobre plano inclinado e polias, onde foram estudados os princípios, conceitos e cálculos que envolvem o assunto, cujo texto da aula foi acompanhado pelos estudantes na plataforma *Google Classroom* e as explicações no *Google Meet*.

As cinco questões buscavam causar reflexão e aprimorar os conhecimentos que foram estudados e que proveitosamente foram discutidos. As três questões iniciais foram sobre polias ou roldanas, a primeira, “Qual é a função de polias móveis?”, 85% acertaram. A segunda, “Se uma pessoa levantar um peso de 120 kgf utilizando duas polias móveis, ela fará qual esforço?”, 70% marcaram a resposta certa. A terceira, “Quando se utiliza duas roldanas móveis o que ocorre?”, houve um acerto de 55%. Nas duas questões finais sobre o plano inclinado, a pergunta, “O que influencia para que ele seja vantajoso?”, acertaram 65%. A última, sobre o ângulo de abertura de uma rampa e sua relação com o tamanho da rampa e o peso, 50% acertaram. Percebe-se que houve uma diminuição de acertos à medida que se foi diferenciando e aprofundando o assunto desenvolvido em cada atividade realizada. As especificidades da reconciliação integrativa serão analisadas em outro item.

## Reconciliação integrativa

A sequência didática elaborada visou sempre começar com aulas dialogadas com exposição do conteúdo e, após, aulas com atividades nas estações de aprendizagens, seguindo os princípios estabelecidos por Horn e Staker (2015, p. 37) com o ensino híbrido em rotação por estações, também ‘misturando’ aulas no modelo clássico, conhecidas como ‘normais’, com as aulas nas estações que utilizaram vários recursos que serviram para motivar os estudantes e, ao mesmo tempo, retomar os conceitos que foram estudados.

A finalidade disto foi promover a reconciliação integrativa, sendo que é “[...] parte do processo da aprendizagem significativa que resulta na delimitação explícita de semelhanças e diferenças entre ideias relacionadas” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 526), em que nas atividades propostas foi verificado o desempenho dos estudantes em frente aos assuntos que já tinham sido estudados e que voltaram a ser abordados numa outra perspectiva.

Assim, comparando os resultados obtidos da aula dialogada com as aulas nas estações de massa, peso e gravidade, sobre calcular peso de uma pessoa, utilizando a fórmula, no questionário, 90% dos estudantes fizeram corretamente. Na pesquisa *online* (3ª estação), cuja atividade era para encontrar massa, raio, gravidade de alguns astros, depois a própria massa corporal por meio de uma balança e finalizar calculando o seu próprio peso em cada astro pesquisado, cerca de 95% conseguiram realizar com sucesso a atividade.

No experimento físico desta mesma etapa de estações, foram fornecidos três objetos de massas diferentes. Os estudantes deveriam encontrar os seus pesos utilizando o dinamômetro, depois utilizar o valor obtido e utilizando a fórmula do peso, encontrar a massa de cada objeto. Após isto, levariam cada objeto para medirem suas massas em uma balança, então, confrontar os resultados dos cálculos com os valores obtidos na balança. Cerca de 80% concluíram que os valores são próximos, confirmando a teoria, que  $P = m.g$ .

Também um texto sobre campo gravitacional, ainda neste mesmo ciclo de estações, que reforça que atração gravitacional resulta na força peso e na fórmula da segunda lei de Newton, ao lerem o texto, os estudantes tiveram que responder: “a final tudo atrai tudo?”, 75% dos estudantes conseguiram relacionar que a gravidade depende da massa do planeta, e os outros 25% não conseguiram interpretar a situação e relacionar o texto com a pergunta. Além do texto explicativo, havia charges que ilustravam situações sobre gravidade, mas estes estudantes não conseguiam interpretar o significado das imagens sozinhos.

As estações “Máquinas Simples” (alavancas), no experimento virtual com o simulador balançando (*Phet*), os estudantes puderam realizar atividades para reforçar os conhecimentos sobre momento de uma força, que foram estudados na aula dialogada anteriormente a esta etapa. Seguindo o roteiro, executando o experimento e respondendo as questões relacionadas ao experimento, notou-se que em todas as questões, menos a última, eles evitaram resolver por equação, mas por tentativas no simulador para conseguirem encontrar a massa e a distância que equilibrava a gangorra. Assim, todos acertaram os valores precisos que o simulador exigia. Porém, a última questão não havia como responder sem realizar o cálculo para encontrar a massa do objeto que traria equilíbrio ao sistema, 60% conseguiram calcular utilizando equação e terminar o experimento.

Ainda, sobre momento de uma força, um outro experimento físico foi realizado nesta estação, denominado equilíbrio. Também, com um roteiro para direcionar a atividade, eles puderam verificar e concluir se as condições de equilíbrio estudadas estavam sendo de acordo a teoria estudada. O mesmo procedimento que tiveram no experimento virtual, eles tiveram no experimento físico, em fazer por tentativas e ir colocando peso a peso, até alcançar o equilíbrio. Os cálculos dos momentos em cada lado da barra foram realizados corretamente por 70% dos estudantes.

Os exemplos sobre as máquinas simples já haviam sido explorados em aulas anteriores, mas com uma tímida demonstração de conhecimento nas atividades realizadas nestas etapas, sendo que, 35% citaram espontaneamente que o guindaste funciona por meio de máquinas simples.

Para tratar e melhorar os conhecimentos sobre este assunto foi proposto como atividade *online*, na 2ª estação, uma pesquisa sobre as utilizações de um guindaste e investigar a relação dos seus componentes com as máquinas simples. Na realização da pesquisa, 60% conseguiram responder sobre as utilizações e os elementos do guindaste que tem relação com as máquinas simples. Os outros 40% responderam apenas sobre as suas utilizações, sem citar os elementos que tem a ver com as máquinas simples.

### **Diversidade de situações**

É notória a presença, no produto educacional, de diferentes tipos de aulas e atividades que versam sobre os mesmos “campos conceituais” que, segundo Moreira (2009, p. 41), correspondem aos conhecimentos abrangentes e interligados conceitualmente e o seu domínio pode demandar muito tempo, então, por isso foram necessárias as várias aulas e atividades sobre um tema, mas sendo importante salientar que as abordagens foram sendo feitas de diferentes formas, forjando uma variedade de situações bastante interessante e em sintonia com a perspectiva da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (MOREIRA, 2009; VERGNAUD, 1990).

Foi neste aspecto que se fundamentou a elaboração do material didático, na diversidade de situações, defendida por Vergnaud, que define Campo Conceitual como “um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, conteúdos e operações de pensamento, conectados uns aos outros e, provavelmente, interligados durante o processo de aquisição” (VERGNAUD, 1982, p. 40) e cuja teoria também delineou esta pesquisa.

Destacando os campos conceituais que englobam gravidade, momento de uma força, as máquinas simples, as alavancas, as polias ou roldanas e o plano inclinado, que foram contemplados na pesquisa, e verificando a diversidade de situações empregadas em cada uma delas, avalia-se como os estudantes reagiram em cada um deles com ruim, boa ou regular.

- Gravidade  
Três aulas, cinco atividades com doze questões.  
Participação: boa  
Interesse: regular  
Satisfação: regular  
Interação: boa  
Desempenho: regular
  
- Momento de uma força  
Três aulas, seis atividades com onze questões.  
Participação: regular  
Interesse: regular  
Satisfação: regular  
Interação: boa  
Desempenho: regular
  
- Máquinas Simples (alavancas)  
Três aulas, seis atividades com sete questões.  
Participação: boa  
Interesse: bom  
Satisfação: boa  
Interação: boa  
Desempenho: bom

- Máquinas Simples (polias ou roldanas)  
Três aulas, três atividades com nove questões.  
Participação: boa  
Interesse: bom  
Satisfação: boa  
Interação: boa  
Desempenho: bom
  
- Máquinas Simples (plano inclinado)  
Três aulas, três atividades com dez questões.  
Participação: boa  
Interesse: boa  
Satisfação: boa  
Interação: boa  
Desempenho: bom

De acordo com o desenvolvimento dos trabalhos, foi perceptível que a diversidade de situações ajudou no desenvolvimento cognitivo e atitudinal dos estudantes.

### **Aprendizagem significativa dos conceitos**

Esta categoria de análise é de crucial importância para pesquisa, pois subscreve o pensamento que define a aprendizagem de novos conhecimentos. Isto se torna possível, dentre outros fatores, se interligando os conhecimentos novos com outros mais antigos, que Ausubel chamou de subsunções (2003, p. 12), para obter indícios de aprendizagem significativa.

Então, para verificar inicialmente se houve alguma mudança de ideias ou conceitos, a pesquisa buscou comparar, utilizando o questionário introdutório, o levantamento dos conhecimentos prévios (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980, p. 137) de tópicos relacionados à gravidade e às máquinas simples, com as atividades das aulas dialogadas e das estações de aprendizagem. Esta comparação também pode ser acrescida do desempenho mesmo dos alunos, em termos de aprofundamento e amplitude, nas diversas atividades de ensino e aprendizagem.

Ao responderem o questionário da segunda etapa investigativa, após os estudantes terem assistido aos vídeos que serviram de organizadores prévios, tornou-se possível, primeiramente, dar os nomes corretos às máquinas simples, que não conheciam devidamente, comparando com os apresentados no questionário inicial, mas que ao final dos estudos realizados, 90% já conseguiam identificá-las pelo nome ‘correto’ e em situações de utilização.

Com a aula dialogada sobre massa, peso e gravidade, foi possível constatar que a palavra gravidade e o seu conceito passaram a ganhar significado científico, as intuições e concepções sobre o assunto estavam sendo ‘substituídas’, ou melhor, enriquecidas com o viés científico, como nas respostas das questões discursivas dadas no questionário:

“Massa é invariável, já o peso é variável, porque o peso depende da gravidade.”

“Massa é uma quantidade que uma pessoa ou objeto pode conter, peso é uma atração ocorrida pela gravidade da Terra.”

Pelas respostas oferecidas, respectivamente, por Maria e Carlos nesta etapa sobre a diferença entre peso e massa e incluírem a gravidade na resposta como um agente que resulta na força peso, foi possível atestar que transformações estavam ocorrendo.

Numa realidade em que praticamente nenhum estudante conhecia o conceito ou nunca tinha ouvido falar a palavra gravidade, e que ao final da etapa, com a realização das estações, já conseguiram bons resultados, tanto nos cálculos de peso, como conseguiram identificar as causas da gravidade e sua consequência, com uma média de acertos de cerca de 70% nas atividades recolhidas, os resultados obtidos já são indicadores de mudanças e acomodações cognitivas.

Como foi colhido pelo questionário introdutório, nenhum estudante conhecia a história das máquinas simples e nem o seu principal personagem, Arquimedes.

Após a primeira aula dialogada de máquinas simples, que contou a história das máquinas simples e de Arquimedes, os estudantes já diziam que iriam fazer uma pesquisa na *internet* para entenderem como eram os guindastes que Arquimedes tinha feito para guerra. Mostrando muito interesse e curiosidade para aprenderem mais sobre o assunto.

Também, algo sobre a célebre frase de Arquimedes, “dê-me um ponto de apoio que eu moverei a Terra”, que nunca tinham ouvido falar, visto imagem ou lido em livros, segundo relato deles, que após a aula dialogada as respostas puderam ser colhidas no questionário:

“Se tratando de mover uma grande carga por meio de alavanca.”

“Ele quis dizer que se souber arrumar um ponto de apoio para fazer uma alavanca, ele pode mover qualquer coisa com muita facilidade e com menos força.”

A resposta de Dilma e Carlos, respectivamente, demonstra a compreensão e o significado científico adquirido.

No último ciclo de estações, os estudantes já estavam familiarizados com todas as máquinas simples devido aos vídeos assistidos no início e todos os comentários que se seguiram nas outras etapas e, com o vídeo da aula remota que teve ênfase nas roldanas e no plano inclinado, que serviram para prepará-los para as atividades das estações desta etapa.

Como foi relatado na descrição da aplicação, foram grandes as dificuldades para vários estudantes em realizarem a etapa devido a falta de internet pessoal e de habilidade com a tecnologia, que contou com bastante intervenção dos profissionais da escola e dos colegas de classes para ajudarem a superar as dificuldades.

Ao realizarem a atividade sobre polias e analisando a coerência das respostas apresentadas, respectivamente, pelo grupo 2 e o grupo 5 com a aula assíncrona e síncrona desta etapa, verificou-se a evolução na compreensão da finalidade da associação de polias móveis em cerca de 40% dos estudantes, que conseguiram concluir a resposta final do roteiro da simulação.

“Cada polia móvel diminui pela metade a força necessária para levantar um objeto.”

“A força vai sendo dividida por 2 e depois por 2 e assim por diante, a cada polia colocada.”

Mas, na realização dos cálculos da força aplicada e do número de polias do mesmo roteiro da simulação, houve um acerto de 65%. Isto pode revelar que os estudantes estavam com dificuldade de expressar formalmente a resposta final sobre a associação de polias móveis, todavia, estes entenderam que cada polia que era acrescentada reduzia a força aplicada pela metade.

Sobre o plano inclinado, os estudantes reagiram com ‘espanto’ em saber, após o vídeo e a aula remota, que o plano inclinado oferece tantas vantagens e o seu princípio de funcionamento está em ferramentas como facas, cunhas, nos parafusos e nas rampas. Carlos comentou:

“Como algo tão simples pode ser tão importante, nós usamos quase em tudo”.

A atividade no simulador *geogebra*, teve a intenção de mostrar as vantagens de utilizar uma rampa variando o ângulo e mantendo sempre o peso igual em cada simulação, para que os estudantes percebessem as consequências que isto ocasionaria, analisando a resposta que o grupo 5 deu sobre a situação, em que a modificação do ângulo permitiu uma interpretação diferente a que estavam acostumados:

“A partir de 30°, o plano inclinado se modifica variando o tamanho, quanto maior a rampa menor a força e quanto menor a rampa maior a força.”

Observando a resposta do grupo é possível que eles estão numa percepção correta e conseguiram relatar com precisão o fenômeno, relacionando a mudança do ângulo ao peso e ao tamanho da rampa e as situações que apresentam vantagem.

Toda turma concluiu a simulação, mas cerca de 65% dos estudantes conseguiram completar corretamente a simulação sem nenhuma intervenção, sendo que os outros necessitaram que lhes explicassem o significado das mudanças que estavam ocorrendo.

O mapa conceitual, foi a última aula e atividade avaliativa do produto educacional, conforme Moreira (2003, p. 1), tem potencial de facilitar a aprendizagem significativa, onde de forma estratégica foram utilizados recortes dos vários conceitos estudados e de possíveis frases de ligação para que os estudantes montassem em grupo mapas conceituais como um quebra-cabeça.

Assim que iniciaram perceberam que, como era sobre todo o assunto estudado e sentiram dificuldade em lembrar de todos os conceitos, pediram para consultar o material de aula para realizarem melhor a atividade.

Desta feita, a elaboração apresentada em cada mapa conceitual demonstrou um bom nível de organização, onde os conceitos seguiram uma hierarquia de conhecimentos que, segundo Novak e Gowin (1996, p. 31), é um dos critérios para avaliar um mapa conceitual.

Na correção dos mapas elaborados foi perceptível que no seu término estão os conflitos, isto no grupo 1, onde os conceitos ficaram desconexos. Os debates eram muito intensos nos grupos 3 e 4 para decidirem onde colocariam os conceitos adequados, por isso os mapas produzidos por eles foram melhores.

### **Aprendizagem procedimental**

As diferentes formas de abordagens aos conteúdos que envolveram esta pesquisa utilizaram como ferramentas, para auxiliarem a aprendizagem, as TDIC's, simulações computacionais, acesso a plataforma digital *Google Classroom*, pesquisas *online* e os experimentos físicos. Estes, envolveram procedimentos de ação motora que demandaram certas habilidades para atingirem o objetivo estipulado para cada etapa (ZABALA, 1998, p. 43).

Todas as estações de aprendizagem contaram com atividades nas quais foram utilizados computadores, onde cerca de 50% da turma não tinha sequer habilidade de manusear o *mouse*, era visível o constrangimento de vários estudantes em frente à máquina. Adilson, por exemplo, chegou a pedir ao professor para ir manuseando o *mouse* para ele, pois não conseguia clicar no ícone com precisão, ao que lhe foi dito que esta parte da aula também era seu desenvolvimento pessoal.

Inicialmente, as atividades que dependiam de pouco conhecimento de informática foram sendo inseridas, para que, de forma gradativa, os estudantes fossem se adaptando com o uso da tecnologia, como a pesquisa *online* sobre o raio, a massa e gravidade de alguns astros, para ao final calcularem seus pesos nestes lugares. Assim, os estudantes com mais conhecimento auxiliavam os que tinham menos e somente um grupo não realizou esta atividade, mas por falta de tempo.

Também as atividades no simulador balançando (*Phet*), segundo ciclo de estações, feito de forma *online* e seguindo o roteiro designado para ações no simulador, além de adquirirem mais habilidades motoras com manuseio dos periféricos computacionais, foram desenvolvendo como chegar ao objetivo da simulação, seguindo as etapas do roteiro. Aos poucos e sem perceber eles estavam se habituando com a utilização do equipamento e comentando como era ‘legal’ fazer e ver funcionando a simulação.

No último ciclo de estações, com atividades mais complexas no que tange a utilização das tecnologias digitais, como acessar *e-mail* e a plataforma *Google Classroom*, 70% dos estudantes aprenderam a criar o seu *e-mail* e todos foram ensinados a utilizar a plataforma *Google Classroom* para acessarem as atividades.

Em duas atividades das estações englobavam o simulador força e polia e a outra com o simulador *Geogebra* (plano inclinado), novamente os estudantes tiveram a oportunidade de melhorar suas habilidades em informática, já se percebia maior independência na execução das atividades, com uma melhora motora considerável. O próprio Adilson já manuseava o *mouse* com mais precisão, conseguindo seguir as etapas propostas das atividades.

Os experimentos físicos que compuseram as estações também demandaram habilidades motoras e conceituais, onde os estudantes tiveram que executar vários procedimentos para alcançarem os objetivos das atividades a auxiliar fixação dos conceitos estudados.

No experimento físico da estação ‘massa, peso e gravidade’, os estudantes tiveram a oportunidade de aprender a usar o dinamômetro para medir o peso, lidar com a escala do aparelho e calcular a massa de objetos, ao final conferir se o experimento tem coerência com a teoria. A atividade experimental trouxe um excelente envolvimento na sua realização e curiosidade se o resultado realmente iria dar ‘certo’.

Pode-se dizer o mesmo sobre o interesse e envolvimento na atividade de máquinas simples, no manuseio de ferramentas para encontrar o ponto apoio, onde agem a força potente e a resistente para, ao fim, classificarem a alavanca. Nestes momentos as dúvidas podiam ser sanadas por meio do material escrito para, então, denominarem o tipo de alavanca.

Ainda neste mesmo ciclo de estações, o experimento de equilíbrio estático trouxe uma grande motivação para os grupos, onde todos queriam manusear os pesos para equilibrá-los corretamente na

haste e tendo que mostrar, por cálculo, a posição no roteiro da atividade. Os estudantes faziam fila para participarem do experimento e pediam pressa aos colegas para começarem a fazer, alcançando um bom grau de satisfação na sua realização e bons resultados.

### **Atitude/Perfis motivacionais**

As atitudes dos estudantes diante dos conteúdos e das atividades são importantes indicadores para avaliar todo processo utilizado e, também o que estas reações diante das atividades foram capazes de provocar em termos de aprendizagem, conforme Pozo e Gómez Crespo (2001) e Sarabia (2000).

Neste sentido, além de uma atitude favorável para com o ensino dos temas propostos, seria relevante destacar o “respeito, compreensão, solidariedade, humildade, muitos outros de suma importância” (BARBOSA; BUBLITZ; BARUF, 2016, p. 155), que foram identificados durante a aplicação do produto educacional.

No que tange as atividades que dependiam de tecnologia, foi visível a preocupação com os colegas que não tinham habilidade com informática, como eram vários com esta dificuldade o professor não conseguia atender a todos ao mesmo tempo, assim, os que dominavam esta ferramenta se voluntariavam para assistir os que estavam necessitando, demonstrando solidariedade.

A participação em grupo, para realização das estações, trouxe um entrosamento entre os estudantes onde puderam debater e encontrar respostas mais adequadas e mais completas em relação as que foram feitas individualmente.

Os integrantes do grupo não só aprendem a pensar, como também que a abertura da espiral permite que se aprenda a observar e escutar, a relacionar as próprias opiniões às alheias, a admitir que outros pensem de modo diferente e a formular hipóteses em uma tarefa de equipe. (BLEGER, 1998, p. 77).

Existem atitudes não positivas (ZABALA, 1998), sabendo-se que o processo de aprendizagem pode envolver inúmeros esforços pessoais de concentração, cognição e atividades motoras que podem durar um tempo no qual o estudante não está habituado, isto pode ter ocasionado cansaço, então, no início alguns demonstravam ‘preguiça’ em realizar várias atividades num mesmo dia, mais perceptivelmente nas atividades de leitura e interpretação de texto.

O método “Rotação por Estações” trouxe autonomia para os estudantes, onde puderam ser protagonistas de sua aprendizagem que, segundo Moran, o método ativo possui esta natureza.

As abordagens ativas dão ênfase ao papel protagonista do estudante, ao seu envolvimento direto, participativo e reflexivo em todas as etapas do processo, experimentando, desenhando, criando, com orientação do professor. (MORAN, 2018, p. 4).

Inclusive a autonomia e a percepção de sucesso são apontadas pela literatura como fortes desencadeadores de atitudes favoráveis no ensino geral e de ciências, em particular (Pozo e Gómez Crespo (2001).

Na proporção que os estudantes avançavam na realização das atividades, nas estações, crescia o senso de responsabilidade de sair de uma atividade, sem perder tempo, ir para a próxima e procurar saber quais os procedimentos adequados, motivados a finalizá-las.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento desta pesquisa foi motivado pela vivência do professor no ensino público em áreas ‘carentes’ de Campos dos Goytacazes-RJ, que observou o baixo desempenho dos seus estudantes em ciências naturais e constatou que não se tratava de casos isolados de uma realidade local, mas que existe uma dificuldade de aprendizagem ‘generalizada’ nesta área, conforme mostraram as avaliações internacionais (PISA 2018), que confirmaram o que os pesquisadores já tinham obtido e descrito, ou seja, que havia uma extensa dificuldade de se explicar fenômenos naturais corretamente, juntamente com falta de habilidades matemáticas (POZO; GÓMEZ CRESPO, 2001).

O desenvolvimento de um povo/nação está diretamente relacionado, dentre outros aspectos, ao nível de aprendizagem que sua população consegue obter e poderá com isso influenciar suas condições sociais, culturais e econômicas (VYGOTSKY, 1984). A escola possui um papel preponderante nesta relação, com a missão oficial de oferecer melhores condições de acesso ao conhecimento. Com o índice de desenvolvimento humano (IDH) em queda no Brasil durante a execução desta pesquisa (PNUD 2021), devido à crise mundial por causa da pandemia da COVID 19, tendo em vista a preocupante situação, cabe a colocação de propostas educacionais para mitigar o panorama atual e, provavelmente, futuro.

Os indicadores enunciados anteriormente confirmam a necessidade de providências para suprirem as demandas atuais de aprendizagens. Dentro desta perspectiva, podem-se preparar materiais pedagógicos diferenciados. Por isto, especificamente, foi elaborado um produto educacional para turmas das fases finais do ensino de jovens (EJA), para que possivelmente pudesse colaborar na aprendizagem dos conhecimentos do conteúdo sobre as “Máquinas Simples” e que, ainda, fizessem transcender para outras áreas de conhecimento por envolver a utilização de tecnologias digitais, *internet*, aulas teóricas e práticas, com método de ensino que desenvolva no estudante a mentalidade de que ele é o protagonista da sua aprendizagem (BRASIL, 2018; MORAN, 2015, p. 26).

A fundamentação teórica desta pesquisa se pautou na Aprendizagem Significativa, na Teoria dos Campos Conceituais e no Método Híbrido “Rotação por Estações”, tendo sido todo o produto educacional modelado por princípios de cada uma das teorias da aprendizagem para abordagem do conteúdo da física “Máquinas Simples”.

Assim, a sequência didática buscou valorizar os conhecimentos prévios dos estudantes, nas aulas e atividades buscou promover os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa, segundo a teoria da aprendizagem significativa. Também, esteve presente nas atividades a diversidade de situações para colaborarem na conceitualização e posteriormente no domínio dos

campos conceituais, todos focados na aprendizagem dos conteúdos que envolvem “Máquinas Simples”.

Devido à natureza da pesquisa, definiu-se que ela seria qualitativa por gerar inúmeros dados na relação estudante, conhecimento, professor, TIDC's, método de ensino e outros. Em específico, a metodologia da pesquisa foi o “Estudo de Caso”, na interface descritivo-interpretativo, pois demonstra capacidade de captar detalhes nas relações humanas, no contexto em que se propôs (BOGDAN; BILKEN, 1994, p. 16; MEIRINHOS; OZÓRIO, 2016, p. 53).

Os estudantes das séries finais (9ª fase) da educação de jovens e adultos (EJA) de uma escola pública da periferia da cidade de Campos dos Goytacazes-RJ foram os sujeitos da pesquisa. Deve-se levar em consideração as condições precárias de conhecimentos desta modalidade de ensino, em que os estudantes estão afastados há anos da escola e, com a pandemia da COVID 19, ficaram no mínimo dois anos sem acesso físico à escola, neste aspecto uma turma relativamente homogênea, com defasagem de conhecimento e em vulnerabilidade social.

A sequência didática produzida, que contou com o método ‘Rotação por Estações’, permitiu que os estudantes realizassem experimentos físicos e virtuais, redação, textos científicos e questionários (CHRISTENSEN, 2013; HORN; STAKER, 2015). Para seu desenvolvimento utilizaram-se recursos computacionais, como a pesquisa *online* e simulações, que dependiam de certas habilidades em informática e acesso à *internet*, onde houve certa dificuldade para o desenvolvimento da pesquisa, tornando-a mais trabalhosa, desgastante para o professor e tomando mais tempo do que o previsto para realização das atividades nas ‘estações’.

Em todos os ciclos de estações foram utilizados os computadores e *internet* da escola, pois nem todos tinham celular e serviço de *internet*. O método ‘Rotação por Estações’ se mostrou eficaz como método ativo em toda sua proposta de dinamizar a aula, trazendo mais participação nas atividades, melhorando o interesse pelo conteúdo de “Máquinas Simples” e gerando maior interação dos estudantes com o material didático.

Com a aplicação dos questionários iniciais de conhecimentos e organizadores prévios, foi perceptível que os saberes ‘populares’ sobre as “Máquinas Simples” estão presentes no cotidiano, mas conhecidos por outros nomes e são desconhecidas as vantagens que podem ser obtidas e seus princípios de funcionamento, necessitando serem ajustados cientificamente, devido às concepções previamente estabelecidas.

A relação entre conhecimentos científicos e equipamentos e ferramentas que utilizam os princípios das “Máquinas Simples” trouxe admiração para os estudantes. Isto pode contribuir para percepção de que outras máquinas, de funcionamento complexo, vieram pelo desenvolvimento de outras, e que o saber científico contribui para criação de novas tecnologias.

Os dados coletados pelas diversas atividades, questionários, áudios e vídeos durante a pesquisa, nos quais foram obtidas inúmeras informações, passaram pela análise de conteúdo de Bardin (BARDIN, 2006, p. 31). Puderam ser separadas algumas categorias pertinentes ao objetivo da pesquisa para análise.

As concepções alternativas observadas sobre a gravidade e o funcionamento das “Máquinas Simples” foram razoavelmente trabalhadas por conceitos científicos.

A aplicação dos princípios da diferenciação progressiva juntamente com reconciliação integrativa teve um papel importante e perceptível de ‘atividade após atividade’, influenciando positivamente no rendimento dos estudantes.

A diversidade de situações, empregada em todo o produto educacional, provou trazer resultados satisfatórios em conceitos e em cálculos, sendo analisados diferentes Campos Conceituais que envolveram a pesquisa. As dificuldades enfrentadas pela falta de domínio de cálculo iam reduzindo à medida que novas atividades eram introduzidas no mesmo contexto.

Ao averiguar indícios de aprendizagem significativa dos conceitos foi possível encontrar elementos de aprendizagem pelos meios de avaliação utilizados, onde 90% dos estudantes já conseguiam reconhecer todas as “Máquinas Simples” e suas funções, 70% conseguiam identificar as causas da gravidade e suas consequências.

Na aprendizagem procedimental verificou-se, inicialmente, a inabilidade com os periféricos computacionais, porém, com as várias aulas e atividades, houve uma superação nesta situação em que alguns estudantes demonstravam um pouco de ‘vergonha’ em participar das atividades que envolviam o uso de tecnologia. Foi muito importante a atitude dos colegas que tinham mais habilidades em informática em auxiliar os que estavam inseguros de tocar no *mouse* e no teclado, demonstrando valores como solidariedade e companheirismo propiciados pelo ambiente de aprendizagem.

Espera-se que o material instrucional produzido nesta pesquisa possa ser útil para outras turmas das séries finais do Ensino Fundamental, modalidade Jovens e Adultos (EJA) e do ensino regular, e até mesmo para revisão para turmas do Ensino Médio.

A gratificação e a realização deste trabalho como docente foi ser participante do processo de transformação de pessoas que desejam uma oportunidade e que não se importam em que momento das suas vidas tenham buscado por isso. O propósito é ser um auxiliador para que estes possam alcançar seus sonhos. Finalizando com a palavras de Paulo Freire:

Não importa com que faixa etária trabalhe o educador ou a educadora. O nosso é um trabalho realizado com gente, miúda, jovem ou adulta, mas gente em permanente processo de busca. Gente formando-se, mudando, crescendo, reorientando-se, melhorando [...]. Se não posso, de

um lado, estimular os sonhos impossíveis, não devo, de outro, negar a quem sonha o direito de sonhar. Lido com gente e não com coisas. (FREIRE, p. 1996, p. 96).

## REFERÊNCIAS

- ALTINO FILHO, H. V.; DUTRA, E. D. R.; SIQUEIRA, M. L. G. Rotação por estações no ensino de física: a percepção dos alunos no estudo dos movimentos verticais. *V Seminário Científico do UNIFACIG*. 2019, p. 3-5. Disponível em: <<http://pensaracademico.unifacig.edu.br/index.php/semiariorcientifico/article/view/1575/1233>>. Acesso em: 17 fev. 2021.
- ANJOS, R. A. V.; SILVA, L. M.; ANJOS, A. M. Ensino híbrido: organização e sistematização de conceitos com base em revisão sistemática da literatura. *Em Rede, revista de educação*. 2019, p. 210. Disponível em: <<https://www.aunirede.org.br/revista/index.php/emrede/article/view/467->>. Acesso em: 17 fev. 2021.
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. D. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 25, no. 2, Junho, 2003, p. 11. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2021.
- AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimento: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Platano edições técnicas, 2002, p.1.
- AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Paralelo, 2003.
- \_\_\_\_\_; NOVAK, J. D., HANESIAN, H. *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Warbel & Peck. 1978, p. 171.
- \_\_\_\_\_; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- \_\_\_\_\_; NOVAK, J. D; HANESIAN, H. *Educational Psychology. A cognitive view*. 2a. ed. Nueva York: Holt, Rinehart and Winston. Trad. Cast. De Sandoval, M. 1983. *Psicología educativa*. Mexico DF: Trilhas. 1978, p. 41.
- BACICH, L.; MORAN, J. Aprender e ensinar com foco na educação híbrida. *Revista Pátio*, n. 25, junho, 2015, p. 46-47. Disponível em: <<http://www2.eca.usp.br/moran/>>. Acesso em: 17 fev. 2021.
- BARBOSA, A. C. A.; BUBLITZ, K. A.; BARUF, M. M. *Didática e a Formação do professor*. Indaial: UNIASSELVI, 2016.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Trad. L. de A. Rego; A. Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 2006.
- BELMONT, R. S. Contribuições da teoria da aprendizagem significativa para a avaliação educacional. *Aprendizagem Significativa. Revista/Meaningful Learning Review*, v. 6, n. 3, p. 79-88, 2016, p. 86. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo\\_ID91/v6\\_n3\\_a2016.pdf](http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID91/v6_n3_a2016.pdf)>. Acesso em: 17 fev. 2021.
- BLEGER, J. *Temas de Psicologia. Entrevistas e Grupos*. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. *Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Brasília: Ministério da Educação e Cultura, 2018. Disponível em:

<[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)>.

Acesso em: 17 fev. 2021.

\_\_\_\_\_. *Programa do livro didático*. Brasília: Ministério da Educação e Cultura, 2014. Disponível em:

<[http://www.fnede.gov.br/phocadownload/programas/Livro\\_Didatico\\_PNLDD/Guias/PNLDD\\_2014\\_EJA/pnld\\_eja2014.pdf](http://www.fnede.gov.br/phocadownload/programas/Livro_Didatico_PNLDD/Guias/PNLDD_2014_EJA/pnld_eja2014.pdf)>. Acesso em: 17 fev. 2021.

\_\_\_\_\_. *Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa)*, 2018. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/211-218175739/83191-pisa-2018-revela-baixo-desempenho-escolar-em-leitura-matematica-e-ciencias-no-brasil>>. Acesso em: 17 fev. 2021.

CAVERSAN, R. H. M. *Explorando o ensino híbrido em física: uma proposta para o ensino de fenômenos ondulatórios utilizando ferramentas multimidiáticas*. Presidente Prudente. 2016, p. 72. 166f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/148578>>. Acesso em: 17 fev. 2021.

COLOMBO JR, P. D.; SILVA, C. C. A percepção da gravidade em um espaço fisicamente modificado: uma análise da luz de Gaston Bachelard. *VII Enpec*. Florianópolis, 2008. Disponível em:

<<https://docplayer.com.br/46239306-A-percepcao-da-gravidade-em-um-espaco-fisicamente-modificado-uma-analise-a-luz-de-gaston-bachelard-1.html>>. Acesso em: 10 out. 2022.

CHRISTENSEN, C. M. *Ensino híbrido: uma inovação disruptiva? Uma introdução à teoria dos híbridos*. San Mateo: Clayton Christensen Institute. 2013. Disponível em:

<<https://www.christenseninstitute.org/publications/ensino-hibrido/>>. Acesso em: 17 fev. 2021.

FOUREZ, G. Crise no ensino de Ciências? *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 8, n. 2. p. 109-123, 2003. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/542/337>>. Acesso em: 17 fev. 2021.

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Terra e Paz, 1996.

GOLD, M. *Judeus sem dinheiro*. Lisboa: Editorial Caminho; 1944.

HALLIDAY, D; RESNICK, R; WALKER, J. *Fundamentos de Física: Mecânica*, v. 1, 8 ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2007.

HIBBELER, R.C. *Mecânica – Estática*. 8 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1999.

HORN, M. B.; STAKER, H. *Blended: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação*. Tradução: Maria Cristina Gularte Monteiro. Porto Alegre: Penso, 2015.

- JIUPATO, C. E. *Práticas de ensino híbrido na disciplina de ciências no ensino fundamental ciclo II*. 2020. 124 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Campinas, Campinas, 2020.
- KAVANAGH, C.; SNEIDER, C. Learning about gravity I. Free fall: A guide for teachers and curriculum developers. *The Astronomy Education Review*, v.5, n.2, p. 21-52, 2007.
- KEMPA, R. F.; MARTÍN, M. J. *Modelos motivacionales y preferencias de los alumnos por diferentes métodos de enseñanza de las ciencias*. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. diciembre de 2006, pp. 37-40. Disponível em: <<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/52421>>. Acesso em: 17 fev. 2021.
- MACHADO, J. *Metodologia do Ensino da Física*. Indaial: UNIASSELVI, 2018.
- MEIRINHOS, M.; OSÓRIO, A. O estudo de caso como estratégia de investigação em educação. *Eduser - Revista de Educação*, [S.l.], v. 2, n. 2, dec. 2016. ISSN 1645-4774. Disponível em: <<https://www.eduser.ipb.pt/index.php/eduser/article/view/24>>. Acesso em: 17 fev. 2021.
- MORAN, J. M. *Educação Híbrida: um conceito-chave para a educação, hoje*. In: BACICH, Lilian; TANZI NETO, Adolfo; TREVISANI, Fernando Mello. (Org.). *Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação*. 1 ed. Porto Alegre: Penso, 2015.
- \_\_\_\_\_. *Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda*. In: BACICH, L; MORAN, J. (org.). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 4.
- MOREIRA, M. A. *A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud: O ensino de ciências e a pesquisa nesta área*. Porto Alegre. UFRGS. 2002.
- \_\_\_\_\_. *Aprendizagem significativa em mapas conceituais. Textos de Apoio ao Professor de Física*, v.24 n.6, 2013. Instituto de Física – UFRGS.
- \_\_\_\_\_. *Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: livraria da física, 2011.
- \_\_\_\_\_. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Centauro, 2010.
- \_\_\_\_\_. *Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências*. Porto Alegre. 2009.
- \_\_\_\_\_. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária LTDA. 1999.
- \_\_\_\_\_.; MASINI, E.S. *Aprendizagem Significativa: a Teoria de David Ausubel*. São Paulo: Edit. Moraes. 1982.
- \_\_\_\_\_.; ROSA, P. R. S. *Subsídios Metodológicos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências. Pesquisa em Ensino: métodos qualitativos e quantitativos*. Porto Alegre/UFRGS, 2016.

MOURA, R. P. *Ensino híbrido no ensino de Eletromagnetismo*. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em ensino de Física) – Unidade Acadêmica Especial de Física e Química, Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2018.

NOVAK, J. D.; GOWIN, B. D. *Aprender a Aprender*. Lisboa: Plátano, 1984.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. *Aprender a Aprender*. Trad. Carla Valadares. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

\_\_\_\_\_. *Aprender, criar e utilizar o conhecimento: Mapas conceituais TM como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas*. Lisboa: Plátano edições técnicas, 1998.

ODY, L. C.; LONGO, M. Experimentações e práticas investigativas: reflexões sobre o ensino de ciências nos anos finais do ensino fundamental. *Espaço Pedagógico*, v. 25, n. 2, Passo Fundo, p. 438-454, maio/ago, 2018. Disponível em: <[www.upf.br/seer/index.php/rep](http://www.upf.br/seer/index.php/rep)>. Acesso em: 08 de out. de 2022.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. *Teorias de aprendizagem: texto introdutório*. Porto Alegre: UFRGS, 2010.

PANZERA, A., GOMES, A.; MOURA, D. *Trabalho e máquinas simples*. In: *Módulos didáticos de física, Eixo II – transferência, conservação e transformação de energia*. 2010. Disponível em: <<https://www.yumpu.com/pt/document/view/12633969/modulos-didaticos-de-fisica-eixo-ii-transferencia->>.

PIAGET, J. *A evolução social e a pedagogia nova*. In: PARRAT, S.; TRYPHON, A. (Orgs.). *Sobre a Pedagogia: Textos inéditos*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1998.

PIAGET, Jean. *Epistemologia genética*. Tradução de Álvaro Cabral. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

POZO, J. I. *A solução de problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

POZO, J. I.; GÓMEZ CRESPO, M. A. *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Ediciones Morata S. L., 2001.

\_\_\_\_\_. *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5 ed. Porto Alegre: Artmed Publishing. 2009.

PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. Brasília: Organização das Nações Unidas. *Atlas do desenvolvimento humano no Brasil*. Organização das Nações Unidas. s. d. Disponível em: <<https://www.undp.org/pt/brazil>>. Acesso em: 26 out. 2022.

RAMALHO JUNIOR, F.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. *Os Fundamentos da Física 1: Mecânica*. 9 ed. São Paulo: Moderna. 2007.

RUTZ, K. P.; MARINHO, J. C. B.; SILVA, F. F. O uso de situações-problema como ferramenta didática no Ensino de Ciências. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias*

*didáticas*, 2017, p. 1021. Disponível em: <<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/335613/426425>>. Acesso em: 17 fev. 2021.

SANTOS, A. O.; OLIVEIRA, C. R.; OLIVEIRA, G. S. Material Concreto: uma estratégia pedagógica para trabalhar conceitos matemáticos nas séries iniciais do ensino fundamental. *Itinerarius Reflectionis: Revista eletrônica do curso de pedagogia do campus Jataí – UFG*. 2013. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/rir/article/view/24344/19269a>>. Acesso em: 17 fev. 2021.

SANTOS, A. P.; DIAS, M. R. S.; MERIGUETE, M. S. P.; ROMANHA, W. R.; PASSOS, M. L. S.; CARNEIRO, D. V. Sala de aula invertida e rotação por estações: aplicação no projeto social grupo bizu de prova. *Em rede: Revista de educação a distância*. 2019. Disponível em: <<https://www.aunired.org.br/revista/index.php/emrede/article/download/465/470>>. Acesso em: 17 fev. 2021.

SANTOS, D. S. *Fundamentos matemáticos das máquinas simples*. 2018. 117 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.

SARABIA, B. *A aprendizagem e ensino das atitudes*. In: COLL, C. e outros. *Os conteúdos da reforma-ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes*. Trad. Beatriz Affonso Neves, Porto Alegre: Artmed, 2000.

SOUZA, E.J.; MELO, L. A.; *O uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem: campeonato de aviões de papel e o ensino de Hidrodinâmica*. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe. 2017, p. 536. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2017v34n2p530/34597>>. Acesso em: 17 fev. 2021.

VERGNAUD, G. Quelques problèmes théoriques de la didactique a propos d'un exemple: les structures additives. *Atelier International d'Eté: Recherche en Didactique de la Physique*. La Londe les Maures, França, 26 de junho a 13 de julho. 1983.

\_\_\_\_\_. La théorie des champs conceptuels. *Recherches em Didactique des Mathematiques*, Paris, v. 23, n. 10. 1990.

\_\_\_\_\_. Teoria dos Campos Conceituais. In: *I Seminário Internacional de Educação Matemática*. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática – UFRJ, p. 1-26, 1993.

\_\_\_\_\_. *A Classification of Cognitive Tasks and Operations of Thought Involved in Addition and Subtraction Problems*. In: T. Carpenter; T. Romberg; J. Moser (Eds.). *Addition and Subtraction: a cognitive perspective*. New Jersey: Lawrence Erlbaum, 1982.

\_\_\_\_\_. Education: the best part of Piaget's heritage. *Swiss Journal of Psychology*, 55(2/3): 1996.

VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e Linguagem*. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1998.

\_\_\_\_\_. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

YIN, R. *Applications of case study research*. Beverly Hills, CA: Sage. 1993.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. *Física I Mecânica*. São Paulo: Addison Wesley, 10ª Ed. 2005.

ZABALA, A. *A prática educativa, como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998, p. 43.

## APÊNDICE A

### PRODUTO EDUCACIONAL

Caro Professor,

Este material foi produzido com intuito de favorecer os estudantes na aprendizagem de conceitos dos conteúdos relativos às Máquinas Simples. Para isto são utilizadas várias estratégias de ensino para se tentar alcançar este objetivo.

Como fundamentação teórica são utilizados os princípios das Teorias da Aprendizagem Significativa (Ausubel), em convergência com a Teoria dos Campos Conceituais (Vergnaud), quando ambas tratam e destacam o conhecimento que o sujeito já dispunha ou foi anteriormente adquirido. Seja como conhecimento implícito ou conhecimento prévio, apesar das diferenças, ambas as definições são fundamentais para produção de conceitos ou para uma aprendizagem significativa (MOREIRA, 2002, p. 20), com destaque na diferenciação progressiva, na reconciliação integrativa e da diversidade de situações, que são empregadas junto ao método de ensino híbrido “Rotação por Estações”.

A proposta é utilizar o ensino híbrido seguindo o método “Rotações por Estações” (HORN; STAKER, 2015, p. 37), o qual divide o trabalho desenvolvido em “estações”, que são lugares fixos numa sala de aula, laboratório ou um espaço qualquer adequado para os discentes. Nestas ‘estações’ são aplicadas as atividades diversas direcionadas ao estudo das Máquinas Simples, onde em cada uma delas um grupo de estudantes (4 ou 5 membros) deve passar um tempo determinado. Em algumas dessas “estações” vão contar com as TDIC’s (Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação), sendo pelo menos uma das ‘estações’ *online*. O final de toda atividade é caracterizado pela passagem de todos os participantes em todas as ‘estações’. Sendo que cada estação é independente da outra, com a conclusão de seus objetivos separados, e se completando ao final do ciclo. São utilizadas atividades como jogos, experimentos físicos e virtuais, leituras, vídeos, simulações, questões, dentre outras (CAVERSAN, 2016, p. 43-44).

As TDIC’s foram desenvolvidas especialmente para criar uma aproximação dinâmica entre o discente e o conhecimento, de forma mais moderna e com respeito à realidade que estes têm no seu cotidiano, como o uso de *smartphone*, *notebook*, com interações feitas em aplicativos e redes sociais, podendo proporcionar um maior grau de interesse aos conteúdos ministrados e maiores níveis de aprendizado (MORAN, 2015, p. 26).

Ao final desse Produto Educacional encontram-se alguns apêndices sobre temas importantes para uma melhor compreensão do material proposto.

## ÍNDICE

<b>Primeiro momento investigativo:</b> Questionário introdutório.....	102
<b>Segundo momento investigativo:</b> Aula introdutória – máquinas simples.....	104
<b>Terceiro momento investigativo:</b> Aula dialogada – massa, força e peso.....	107
<b>Quarto momento investigativo:</b> Estações – Massa, peso e gravidade.....	111
<b>Quinto momento investigativo:</b> Aula dialogada – máquinas simples.....	117
<b>Sexto momento investigativo:</b> Estações – Máquinas Simples (alavancas).....	125
<b>Sétimo momento investigativo:</b> Aula remota síncrona – <i>Google Meet</i> ; Aula remota assíncrona - Plataforma <i>Google Classroom</i> ; Outras Máquinas Simples.....	132
<b>Oitavo momento investigativo:</b> Estações – Máquinas Simples.....	137
<b>Nono momento investigativo:</b> Aula expositiva – Mapa conceitual.....	145
<b>Décimo momento investigativo:</b> Mapa conceitual – Máquinas Simples.....	147
Apêndice I – Teoria da Aprendizagem Significativa.....	148
Apêndice II – Teoria dos Campos Conceituais.....	150
Apêndice III – Rotação por Estações.....	152
Apêndice IV – Mapa Conceitual.....	153

## MÁQUINAS SIMPLES

### PRIMEIRO MOMENTO INVESTIGATIVO

#### Questionário introdutório

#### Questões

1- Você já ouviu falar em alavancas? Poderia dar algum exemplo?

---

---

---

2- Conhece o personagem histórico Arquimedes? Fale um pouco sobre o que sabe sobre ele.

---

---

---

3- “Dê-me um ponto de apoio e uma alavanca que moverei o mundo”. Sabe quem disse esta frase? O que ela significa? O que é um ponto de apoio?

---

---

---

4- Sabe o significado de ‘momento de uma força’?

---

---

---

5- Sabe o significado de ‘centro de gravidade’?

---

---

---

6- Sabe o significado de ‘máquinas simples’? Poderia dar algum exemplo?

---

---

---

7- Você já utilizou alguma ferramenta para realizar alguma tarefa? Sabe descrever qual foi a vantagem de usá-la em relação de fazer a tarefa somente com as mãos?

---

---

---

8 – Imagine que você tenha que descer uma caixa com a metade do seu peso de um lugar na altura de suas mãos. Há duas possibilidades: unicamente com as mãos; utilizando uma rampa de madeira como suporte; corda e roldana. Descreva as vantagens e desvantagens de usar as três opções.

---

---

---

---

## SEGUNDO MOMENTO INVESTIGATIVO

### Aula introdutória – máquinas simples

Alguns brinquedos como caminhões e guindaste e brincadeiras como a gangorra, descer e subir rampas com triciclo fizeram e fazem parte de nossa infância. Até mesmo quando você viu algum equipamento sendo usado numa obra de construção de uma casa ou prédio, que ajuda a levantar um balde pesado por meio de uma corda, por meio de uma roldana, todas elas têm algo em comum, são atividades realizadas pelas chamadas **máquinas simples**. Foram desenvolvidas há centenas de anos para facilitar as nossas vidas. Desde o Egito antigo elas eram usadas para elevação de grandes cargas, por exemplo, na construção das famosas pirâmides. Assim, as suas variadas utilizações têm chegado até hoje para nossa diversão e, também realizar alguns tipos de trabalhos.

Para que vocês possam entender melhor o que são máquinas simples, vamos assistir três pequenos vídeos que são animações que apresentam e mostram a utilidade das máquinas simples.

O primeiro vídeo vai mostrar o que são alavancas:

<https://www.youtube.com/watch?v=SL7bxTDhlEw&t=593s>



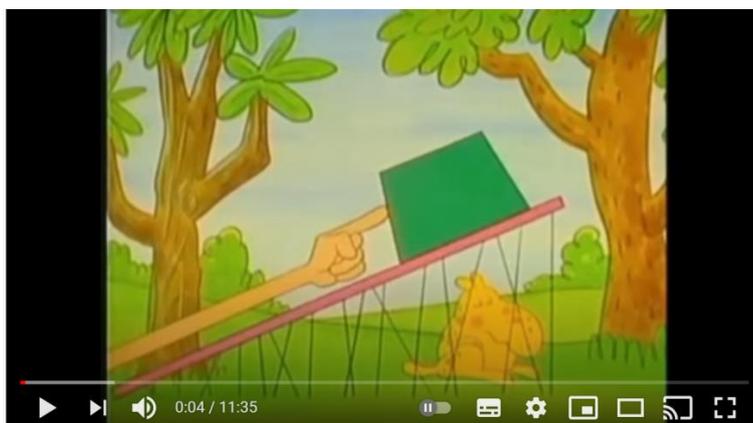
O segundo vídeo é sobre roldanas:

[https://www.youtube.com/watch?v=\\_2KfIUj77a4&t=1s](https://www.youtube.com/watch?v=_2KfIUj77a4&t=1s)



O terceiro vídeo é sobre o plano inclinado:

[https://www.youtube.com/watch?v=V6c\\_j0-VEOs](https://www.youtube.com/watch?v=V6c_j0-VEOs)



Agora responda algumas questões sobre os vídeos que você assistiu.

**Questões**

1- Você já utilizou algumas destas máquinas simples apresentadas nos vídeos? Qual delas? Descreva em qual situação.

---

---

---

---

2- Conhecendo agora algumas das máquinas simples pelos vídeos assistidos, você mudaria a maneira de realizar alguma tarefa que fez ou faz?

---

---

---

3- No seu entendimento, a ação da gravidade contribui para o funcionamento de todas as máquinas simples? De que forma?

---

---

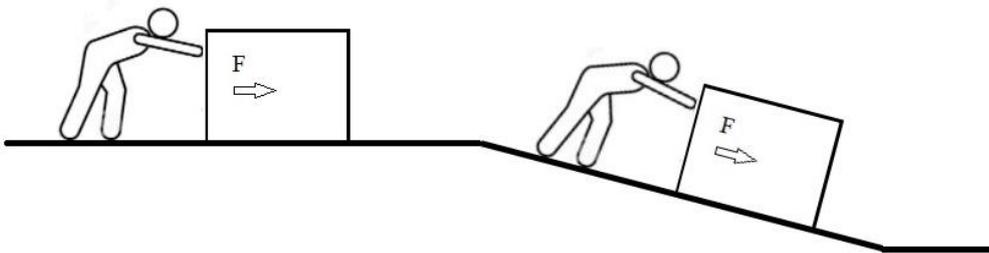
---

## TERCEIRO MOMENTO INVESTIGATIVO

Aula dialogada – massa, força e peso

Você já percebeu que para empurrar uma caixa cheia de livros em um lugar plano é mais difícil do que empurrar esta caixa rampa abaixo? Repare a figura 1 em seguida.

**Figura 1** – Caixa sendo empurrada em planos distintos.



Fonte: Autoria própria.

Bem, isto se deve a vários motivos que iremos tratar nesta aula. Sabemos primeiramente que empurrar uma caixa trata-se de executar uma força sobre ela. A força, então, é uma ação sobre determinado corpo ou objeto, capaz de produzir movimento ou o seu deslocamento.

Lembremos que toda matéria é feita de átomos e que uma propriedade geral da matéria é a massa, que é a quantidade de matéria ou de átomos que determinado corpo possui. Assim, entendemos que a caixa com os livros tem uma massa que pode ser medida. Qual a unidade de massa que você conhece e usamos normalmente em nosso país?

Com certeza você conhece o grama ou o seu múltiplo, o quilograma. A massa é medida pela balança graduada nas unidades de massa.

Geralmente chamamos a massa de peso. Isto acontece porque têm sentido muito próximos. A massa é invariável e só depende de quanto de matéria está presente no corpo, já o peso pode variar. Vocês podem perguntar: como assim professor, o peso pode variar?

Todos se lembram das imagens dos astronautas saltando na Lua? Com certeza seria muito diferente do que aconteceria aqui na Terra, os astronautas parecem estar mais leves, mas o corpo deles é o mesmo, ou seja, a massa é a mesma. Veja a figura 2 em seguida:

**Figura 2** – Astronauta na Lua.

Fonte: <<https://aracajumagazine.com.br/conteudo/ciencia-tecnologia/1-mulher-vai-a-lua-nasa-quer-criar-base-para-enviar-astronautas-ate-marte>>.

Isto ocorre porque a massa da Terra é bem maior do que a da Lua, fazendo com que os pesos sejam diferentes. A explicação para isto foi elaborada por Newton como a Teoria da Gravitação, que diz que os astros atraem para si qualquer corpo e esta atração é chamada de força da gravidade, que depende da massa deste astro e da distância entre o corpo e ele. Então, o que confere peso a um corpo é a ação da gravidade ou do campo gravitacional. Isto explica como os astronautas parecem flutuar na Lua, como a força da gravidade lá é menor do que a da Terra, o peso deles na Lua também é menor.

Voltando a nossa questão inicial, agora sabendo um pouco mais dos elementos em questão, empurrar uma caixa numa rampa exige força menor, pois o seu peso será ‘aliviado’ por causa da gravidade em comparação se caixa estivesse num plano horizontal, assim, o peso da caixa parece ser menor na rampa. Como diz o ditado popular: ‘para baixo todo santo ajuda’.

Consideramos que a aceleração da gravidade é  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Pela 2ª Lei de Newton, a força  $F$  é o produto entre a massa ( $m$ ) e a aceleração ( $a$ ); assim, utilizamos a fórmula:

$$F = ma.$$

Considerando que o peso  $P$  também é uma força e a gravidade manifesta a aceleração nos corpos, temos que o peso é o produto entre a massa e a aceleração da gravidade ( $g$ ), podendo ser expressa como

$$P = mg.$$

Um aparelho utilizado para medir o peso é o dinamômetro e as unidades mais utilizadas são o quilograma força (kgf) e Newton (N). Como 1 kgf é equivalente a 9,8 N, por exemplo, dizemos que quando uma pessoa vê na balança 100 kg, esta é a sua massa e o seu peso é 100 kgf ou 980 N.

Chegou o momento de vocês mostrarem o que entenderam deste assunto respondendo o questionário a seguir.

### Questões

1- Como você explicaria a diferença entre massa e peso?

---

---

---

---

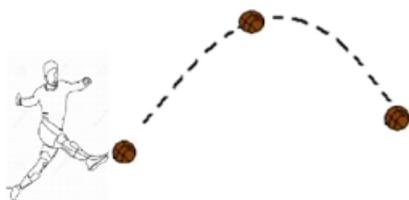
2- Por qual motivo dizemos que o peso é uma medida que pode variar de um lugar para o outro?

---

---

---

3- Digamos que a Terra tivesse metade da massa que possui. Quando um jogador de futebol fosse chutar uma bola, o que aconteceria em relação à altura e distância que essa bola atingiria em comparação com o que acontece na Terra com suas medidas normais e com o mesmo chute?



---

---

---

4- Calcule o peso de uma pessoa, em Newtons, que tem uma massa de 60 kg, considerando a gravidade no local  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

Resposta	Cálculo
_____	
_____	
_____	
_____	
_____	
_____	
_____	

5- Se o limite de peso que um astronauta conseguisse erguer fosse de 245 N e ele precisasse erguer uma amostra de rocha que possui uma massa de 10 kg, num planeta com gravidade de  $25 \text{ m/s}^2$ , ele conseguiria? Justifique sua resposta fazendo o cálculo.

Resposta	Cálculo
_____	
_____	
_____	
_____	
_____	
_____	
_____	
_____	

## QUARTO MOMENTO INVESTIGATIVO

Estações – Massa, peso e gravidade

1º Estação – Leitura de Texto

— 13 —

Peso, massa e  
gravidade

Tudo atrai tudo. Você acredita nessa frase? Não? Então leia as páginas a seguir e tire suas conclusões.

A tirinha e a reportagem foram extraídas da Folha de São Paulo

Robô  
Jim Meddick



# 13

## Peso, massa e gravidade

**Isaac Newton, um gênio da Física, com apenas um ano de idade descobriu um importante fenômeno físico: OBJETOS CAEM!**

**Pesquisas recentes chegaram a resultados ainda mais estarrecedores: não são apenas os objetos que caem...**



**PESSOAS TAMBÉM CAEM!**

As crianças, de um modo geral, quando atingem aproximadamente um ano de idade gostam de jogar pequenos objetos no chão. Nessa importante fase do desenvolvimento infantil elas estão vivenciando que os objetos soltos de suas mãos, caem. Infelizmente, existem alguns pais que não compreendem o comportamento dos anjinhos e justamente nessa época resolvem deixar certos objetos fora de seu alcance ....



O que poucos sabem é que a culpa não é dos lindos pimpolhos, mas de algo invisível, inodoro, insípido, incolor e, o que é pior, indestrutível...

Essa "coisa" está presente em todos os quartos de bebê dos mais longínquos cantos deste planeta. Seu nome é ...

## CAMPO GRAVITACIONAL

Qual de nós já não esteve numa situação de precisar se agarrar ao corrimão de uma escada para não cair? Ou mesmo levar um tombo ao tropeçar em alguma saliência no chão? O causador desses terríveis males não é outro senão o implacável campo gravitacional.

Não podemos "brincar" com ele pois um ligeiro cochilo e **PUMBA!** lá vamos nós para o chão.

Esse campo é mesmo danado, só!

**O MINISTÉRIO DA SAÚDE ADVERTE: O USO ERRADO DO CAMPO GRAVITACIONAL FAZ MAL À SAÚDE**

## ..... Mas como atua o campo gravitacional? .....

Quando um objeto qualquer está em uma região onde existe um campo gravitacional, um curioso fenômeno se sucede: o objeto cai. Esse fato, amplamente estudado pelos físicos durante séculos, é interpretado da seguinte forma: a Terra possui em torno de si um campo gravitacional.

Quando um objeto qualquer está "mergulhado" no campo gravitacional, sofre uma força, chamada de força gravitacional ou simplesmente de **PESO**. Se não houver nada para segurar o objeto, ou seja, para equilibrar a força peso o objeto cai...

Tudo isso pode ser representado por uma fórmula, que expressa a medida da força-peso como o produto entre a massa do objeto e o campo gravitacional da Terra, ou seja,  $P = m \cdot g$ .



**CORPO + CAMPO = QUEDA**

$$m \times \vec{g} = \vec{P}$$

50

**Garfield**



**Jim Davis**

Folha de São Paulo, 1994

O texto é uma publicação do GREF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física Instituto de Física da USP (1998, p. 49-50).

## Questões

1- No texto, qual o motivo apresentado que causa a queda dos objetos? O que faz com que existam lugares no universo com esta capacidade?

---

---

---

2- A charge do Garfield mostra a solução dele à exigência feita pelo seu dono.

Explique quem está certo e quem está errado nesta conversa.

---

---

---

3- Afinal, qual a sua conclusão sobre a pergunta inicial, ‘tudo atrai tudo’?

---

---

---

## 2º Estação – Experimento físico

Nesta atividade vocês irão realizar o experimento de medição de peso e massa dos objetos, segundo o roteiro a seguir, e finalizando com um breve relatório e as conclusões obtidas pelo grupo.

### Roteiro

#### Tarefa 1

Utilizando o dinamômetro, pegue cada objeto que foi numerado de 1 a 3, para medir o peso de cada um deles.

Objeto 1 \_\_\_\_\_ N.

Objeto 2 \_\_\_\_\_ N.

Objeto 3 \_\_\_\_\_ N.

### Tarefa 2

Utilizando a fórmula do peso  $P = mg$ , obtenha a massa dos objetos dos quais vocês já obtiveram seus pesos. Utilize  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ . Lembre-se que a operação inversa da multiplicação é a divisão, então para encontrar a massa basta dividir o valor do peso pela aceleração da gravidade:  $m = P \div g$ .

Objeto 1 \_\_\_\_\_ kg. Cálculo:

Objeto 2 \_\_\_\_\_ kg. Cálculo:

Objeto 3 \_\_\_\_\_ kg. Cálculo:

### Tarefa 3

Agora para obter de forma direta a massa dos objetos 1, 2 e 3. Utilize a balança e meça a massa de cada um deles.

Objeto 1 \_\_\_\_\_ kg.

Objeto 2 \_\_\_\_\_ kg.

Objeto 3 \_\_\_\_\_ kg.

Compare as massas obtidas na tarefa 2 e na tarefa 3, do objeto 1.

Os resultados apresentados são: Iguais, próximos ou muito diferentes?

\_\_\_\_\_.

Compare as massas obtidas na tarefa 2 e na tarefa 3, do objeto 2.

Os resultados apresentados são: Iguais, próximos ou muito diferentes?

\_\_\_\_\_.

Compare as massas obtidas na tarefa 2 e na tarefa 3, do objeto 3.

Os resultados apresentados são: Iguais, próximos ou muito diferentes?

\_\_\_\_\_.

### Relatório

---



---



---



---



---



---



---

### 3º Estação – Pesquisa *online*

De acordo com o que vocês já estudaram na aula introdutória sobre força, massa, peso e gravidade, irão agora realizar uma pesquisa na *internet* para preencher a tabela a seguir com as informações obtidas sobre a massa, o tamanho e a gravidade dos astros contidos nela. Além disto, irão medir a sua própria massa corporal e calcular qual seria o seu peso, em newtons, nestes astros, incluindo a Terra.

Astros	Massa do Astro	Tamanho (raio)	Gravidade ( $m/s^2$ )	Massa corporal (kg)	Peso (N)
Terra					
Lua					
Marte					



## QUINTO MOMENTO INVESTIGATIVO

### Aula dialogada – máquinas simples

#### As Máquinas Simples

Nesta aula vocês vão conhecer um pouco dos estudos desenvolvido por um dos maiores cientistas da humanidade, que viveu na cidade de Siracusa, integrada ao antigo império grego, seu nome é Arquimedes e viveu no período 287 a 212 a.C. Seu estudo e criatividade levaram ao desenvolvimento e ao aprimoramento das máquinas simples.

**Figura 3** – Arquimedes.



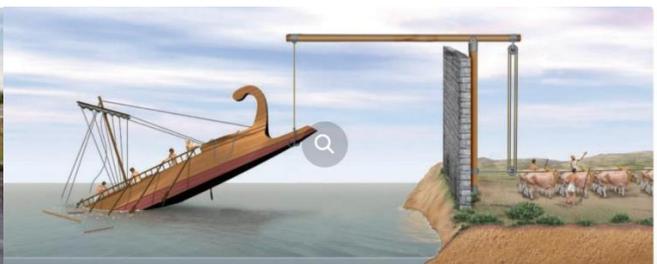
Fonte: <<https://slideplayer.com.br/slide/2825775/>>.

Arquimedes obteve grande destaque na ciência nos estudos de física e matemática. O seu talento foi utilizado durante as guerras para proteger a sua cidade durante invasões e cercos por povos inimigos, como nas guerras púnicas, quando os romanos atacaram Siracusa, então o exército pode contar com os trabalhos de engenharia de Arquimedes, que tinha desenvolvido máquinas como as catapultas e os guindastes (Figuras 4 e 5).

**Figura 4** – Catapulta.



**Figura 5** – Guindaste.



Fonte: <<https://www.tricurioso.com>>.

Fonte: <<https://brainly.com.br/tarefa/40000117>>.

A roldana é reconhecida como sendo uma das invenções de Arquimedes e é dele a célebre frase “dê-me um ponto de apoio que eu moverei a Terra”, se tratando de como mover uma grande carga por meio de alavanca (Figura 6).

**Figura 6** – Alavanca.

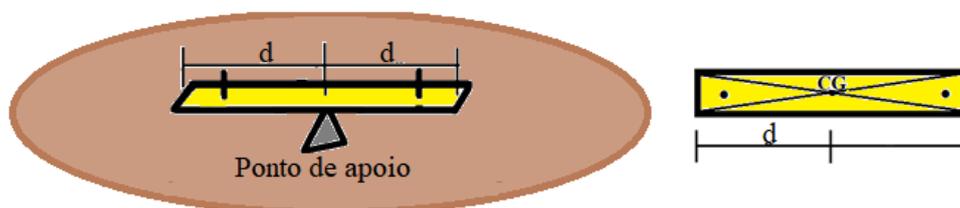


Fonte: <brincandocomafisicaequimica.blogspot.com>.

Os estudos teóricos desenvolvidos por Arquimedes sobre centro de gravidade e alavancas permanecem e são corroborados empiricamente até hoje.

O centro de gravidade (CG) é a região de um corpo onde está concentrado o seu peso. Esta região está ligada ao equilíbrio do corpo, por exemplo, uma gangorra fica equilibrada quando o ponto de apoio está fixado no centro de gravidade (CG), como mostra a figura a seguir.

**Figura 7** – Centro de gravidade e equilíbrio.



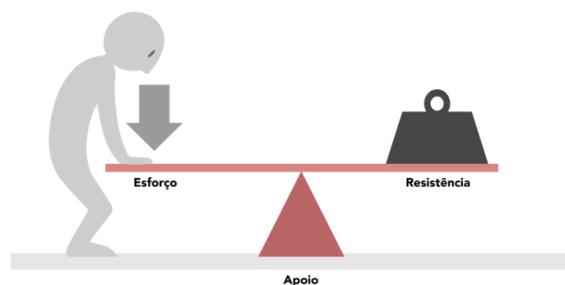
Fonte: Autoria própria.

Neste caso, como a região da gangorra é retangular, o centro de gravidade pode ser obtido pelo encontro de suas diagonais que também coincide com o centro geométrico da figura, que divide o retângulo na sua metade, com comprimento  $d$  cada uma.

A ideia da alavanca surge como solução para auxiliar o ser humano nas suas atividades, possibilitando a diminuição da força aplicada, utilizando seus elementos básicos que são o braço da alavanca (uma haste) e o ponto de apoio. Muitas ferramentas utilizam a alavanca como princípio básico de funcionamento: a tesoura, o pé de cabra, abridor de lata, chave de roda e outros.

Vejam na figura a seguir o funcionamento da alavanca:

**Figura 8** – Alavanca.



Fonte: <<http://www.tex22.info/rm/R3-LEGO-Teacher/>>.

Então, observou-se que para se erguer uma carga, utilizando uma haste e um ponto de apoio, quanto mais distante a haste estiver do ponto de apoio menor será o esforço aplicado pela pessoa para levantar a carga, com ela se mantendo na distância original.

Em relação às duas forças, chamadas de potente ( $F_p$ ) e resistente ( $F_r$ ), as alavancas podem ser classificadas em três tipos de acordo com a posição do ponto de apoio e estas forças:

- Alavancas Interfixas, onde o ponto de apoio está localizado entre as duas forças, ou seja, o ponto A está entre  $F_p$  e  $F_r$  (Figura 9).

**Figura 9** - Alavanca interfixa.



Fonte: Panzera, Gomes e Moura (2010, p. 9)<sup>4</sup>.

- Alavancas inter-resistentes, em que a força resistente está localizada entre o ponto de apoio e a força potente, ou seja,  $F_r$  está entre o ponto A e  $F_p$  (Figura 10).

**Figura 10** - Alavanca inter-resistente.



Fonte: Panzera, Gomes e Moura (2010, p. 9).

- Alavancas interpotentes, em que a força potente está localizada entre o ponto de apoio e a força resistente, ou seja,  $F_p$  está entre o ponto A e  $F_r$  (Figura 11).

---

<sup>4</sup> PANZERA, A., GOMES, A. & Moura, D. Trabalho e máquinas simples. In: **Módulos didáticos de física, Eixo II – transferência, conservação e transformação de energia**. 2010.

**Figura 11** - Alavanca interpotente.

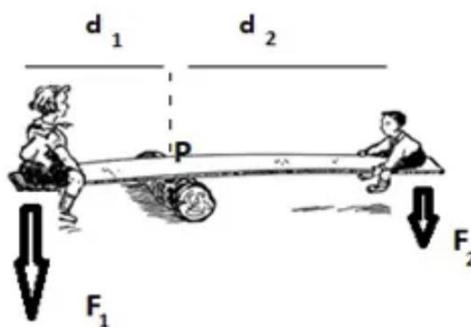
Fonte: Panzera, Gomes e Moura (2010, p. 9).

Vocês irão ver agora o conceito de uma palavra muito utilizada na mecânica em geral, principalmente na de automóveis, o torque (ou momento de uma força). Conhecido na prática como ‘força de giro’, sendo a capacidade de realizar o movimento de rotação de um motor ou em um parafuso. Então, produto entre a força aplicada e a distância até o ponto de apoio é o **momento de uma força**, também conhecido como **torque**:

$$M = F \cdot d \text{ (Unidade S.I.: Newton.metro ou N.m)}$$

Por convenção, o momento é positivo quando a força provoca uma rotação (ou uma tendência de rotação) horária, e negativo, quando a força provoca uma rotação (ou uma tendência de rotação) anti-horária.

Como é possível ocorrer, como mostra figura, de uma criança de peso menor conseguir equilibrar a gangorra com uma outra criança com peso maior do outro lado?

**Figura 12** – Momento de uma força.

Fonte: <<https://vamosestudarfisica.com/tag/momento-de-uma-forca/>>.

De acordo com o princípio das alavancas, a criança com peso menor ( $F_2$ ) está a uma **distância maior** ( $d_2$ ) do ponto de apoio (P), do que a criança de peso maior ( $F_1$ ) e, por isso, consegue levantar e ficar à mesma altura do solo, permanecendo o sistema equilibrado.

Pode-se até calcular a distância ou força necessária nestas situações para se obter o equilíbrio pelo momento da força de cada lado, que quando estão em equilíbrio se anulam:

$$F_1 d_1 = F_2 d_2$$

Se no caso das crianças a maior pesar 40 kgf e estiver a 1 metro do ponto de apoio e a menor pesar 20 kgf e estiver a 2 metros do ponto de apoio, teremos:

$$40 \times 1 = 20 \times 2$$

$$40 = 40$$

$$40 - 40 = 0$$

Isto mostra que ocorre o equilíbrio e que os momentos se anulam.

### Questões

- 1- As máquinas simples foram desenvolvidas e utilizadas, como vocês viram no texto, também em períodos de guerras. Mas como elas podem ser utilizadas de forma construtiva para contribuir para o desenvolvimento de uma cidade e até mesmo para auxiliarem no dia a dia de uma família?

---

---

---

- 2- O que Arquimedes quis dizer com a frase “dê-me um ponto de apoio que eu moverei a Terra”?

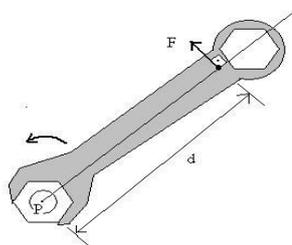
---

---

- 3- Para soltar um parafuso da roda de um carro o mecânico necessitou realizar uma força de 300 N, com uma chave com um braço de alavanca  $d = 0,20$  m (20 cm), conforme mostra a figura.

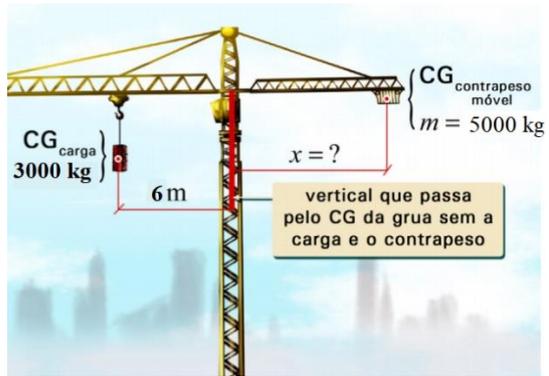
Então calcule:

- O torque desenvolvido.
- O que aconteceria se o mecânico usasse uma chave com um braço de alavanca maior, com  $d = 0,30$  m (30cm)?



Resposta	Cálculo
a)	a)
b)	b)

- 4- Os guindastes de torre são muito utilizados nas construções de prédios, encarregados de transportarem grandes cargas. A figura a seguir mostra um desses guindastes elevando uma carga de 3000 kg a 6 m do ponto de apoio e do outro lado um contrapeso de 5000 kg a uma distância  $x$  do ponto de apoio. Considerando a gravidade  $10$  m/s<sup>2</sup>, investigue se a distância deverá aumentar ou diminuir em relação ao outro e em qual valor.



Resposta	Cálculo
_____	
_____	
_____	
_____	
_____	
_____	

## SEXTO MOMENTO INVESTIGATIVO

### Estações – Máquinas Simples (alavancas)

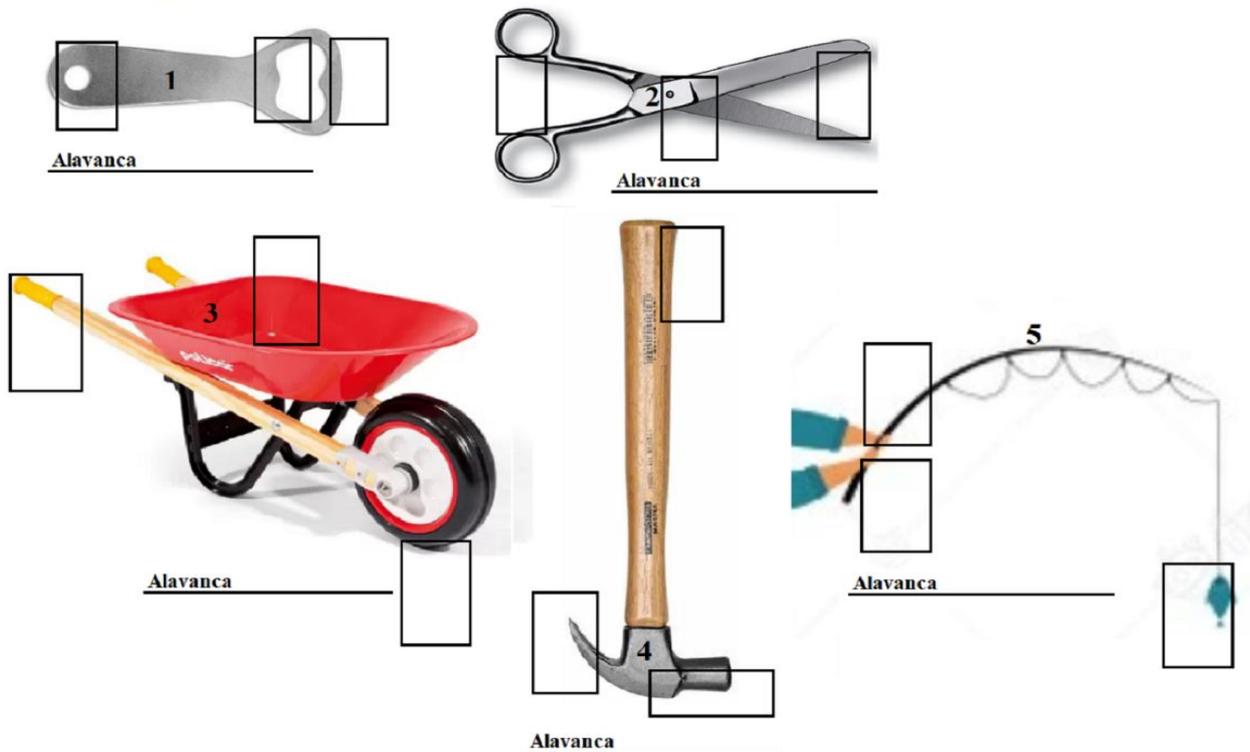
#### 1º Estação – Alavancas

##### 1ª etapa:

Analise, em grupo, cada máquina simples utilizada no nosso dia a dia, que estão dispostas sobre a mesa e numeradas de 1 a 5 (1- abridor de garrafa, 2- tesoura, 3- carrinho de mão, 4- martelo, 5- vara de pesca), para determinar qual é o tipo de alavanca utilizada. Para isto você deve manusear, simular a sua utilização e depois identificar em cada uma delas onde está o ponto de apoio (A), onde atuam a força potente ( $F_p$ ) e a força resistente ( $F_r$ ). Escreva nas etiquetas que marcam cada uma dessas posições com A ou  $F_p$  ou  $F_r$ .

##### 2ª etapa:

Agora, localize nas figuras a seguir os pontos registrados nas etiquetas da etapa 1 e responda o tipo da alavanca que corresponde a cada figura.



2º Estação – Pesquisa *online*

Uma das máquinas mais usadas na construção de grandes prédios em uma cidade são os guindastes. Neles então contidas várias máquinas simples, que fazem seu funcionamento ser tão eficaz.

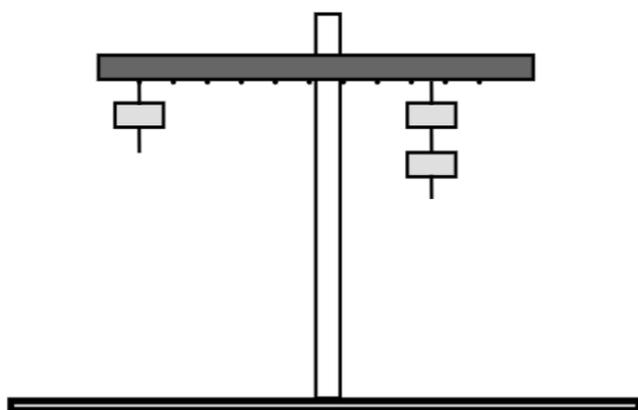
Faça uma pesquisa na internet sobre as várias utilizações dos guindastes e investigue o que na sua composição tem a ver com as máquinas simples.

## 3º Estação – Experimento físico: Equilíbrio

**Procedimento Experimental:**

Obs: a distância padronizada entre dois pinos consecutivos da barra é de 3,00cm.

1) Fazer a montagem conforme a figura, pendurando a barra pelo centro.



2) Aplicar na extremidade direita da barra uma força de 100gf e anotar a distância do ponto de aplicação da força ao centro de sustentação da barra.

3) Procurar no lado esquerdo da barra o ponto onde se deve aplicar uma força igual ao dobro da anterior, de forma a se produzir o equilíbrio horizontal da barra. Anotar a distância dela ao centro de sustentação da barra.



### Questões:

1) Fazer o esquema de forças referente à situação anterior e calcular os momentos das forças  $F_1$  e  $F_2$  (atenção com o sinal convencionado para o sentido de rotação).



2) Determinar o momento resultante.

3) De acordo com o resultado anterior, podemos concluir que a condição para que um corpo rígido se encontre em equilíbrio de **rotação** é que (a força resultante/o momento resultante) seja igual a zero? Comente.

---



---

4) A barra se encontra em equilíbrio de **translação**?

---

---

5) Sabendo-se que o peso da barra é de 180 gf, qual seria o módulo da força de sustentação no gancho que prende a mesma ao suporte?

---

---

6) Resumindo, quais são as condições de equilíbrio de um corpo rígido quanto à **translação e rotação**?

---

---

#### 4º Estação – Experimento virtual

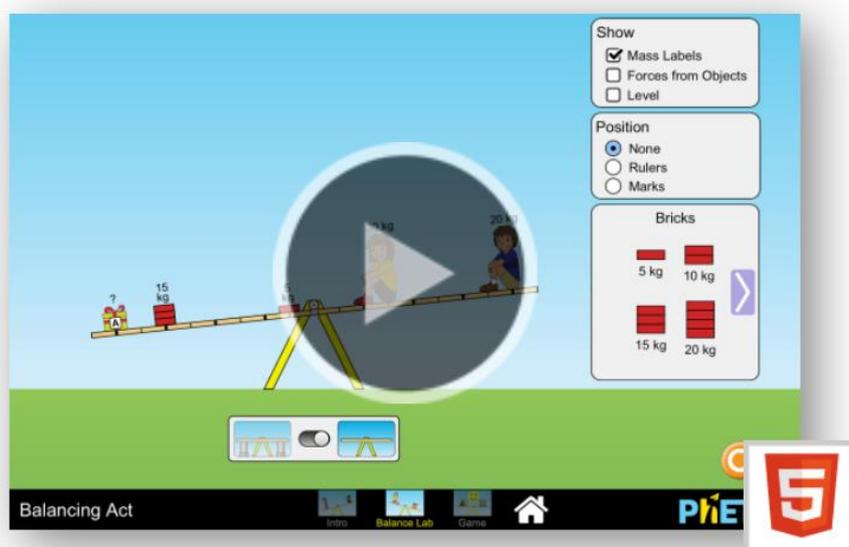
Simulador ‘Balançando’

Para realização desta atividade vocês podem acessar o simulador ‘balançando’ pelo site ou código QR:

[https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-act/latest/balancing-act\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-act/latest/balancing-act_pt_BR.html)



## Balançando



Agora realize a simulação de acordo com roteiro a seguir:

### Roteiro de atividades do Simulador ‘Balançando’

Para iniciar o simulador clique no *play* e após carregar, na próxima página, selecione ‘laboratório de equilíbrio’.

**1ª Atividade:**

- No item posição, selecione réguas.
- Pegue um tijolo de massa 10 kg e coloque sobre um dos lados da gangorra na medida de 1,5 metros.

Em qual distância do ponto de apoio deve ser colocado um outro tijolo de 15 kg no outro lado da gangorra para mantê-la equilibrada?

---

- Retire as escoras que seguram a gangorra, arrastando o botão (parte inferior) para o lado contrário.

A gangorra continuou equilibrada?

---

Descreva como chegou ao valor da medida da distância do ponto de apoio?

---

---

Retorne os tijolos para o seu lugar de origem e, neste mesmo lugar, clique na seta que levará para imagens de pessoas e suas massas. Siga para próxima atividade.

**2ª Atividade:**

- Selecione uma criança com massa de 20 kg e coloque na distância de 1,5 metros do ponto de apoio e igualmente coloque outra criança com massa de 30 kg na distância de 2 metros, do mesmo lado.

Será que se você selecionar uma mulher, com massa de 60 kg, e a colocar a uma distância de 1 metro do ponto de apoio do lado oposto de onde estão as crianças, a mulher conseguiria levantá-las?

Responda sem fazer a simulação.

---

---

---

Agora inicie a simulação com a situação anteriormente proposta. Qual foi o seu resultado?

---

---

Volte as imagens das pessoas de onde foram retiradas e, neste lugar, clique na seta para ir à seção de presentes, preparando o simulador para próxima atividade.

### 3ª Atividade:

- Coloque o presente B na distância de 2 metros do ponto de apoio e do outro lado da gangorra, um tijolo com 10 kg, testando as várias distâncias no simulador, encontre qual deixará a gangorra equilibrada.

Qual foi o valor descoberto?

---

Então, qual é a massa do presente B?

---

---

---

## SÉTIMO MOMENTO INVESTIGATIVO

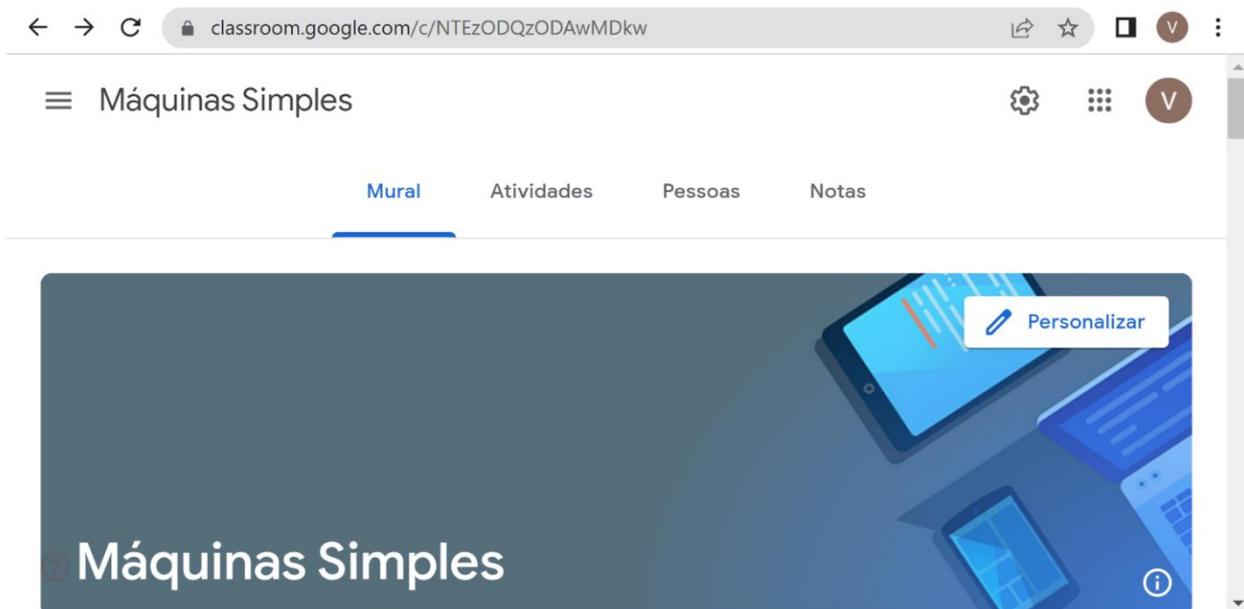
Aula remota síncrona – *Google Meet*

Aula remota assíncrona - Plataforma *Google Classroom*

### Outras Máquinas Simples

#### **Roldanas e plano inclinado** (aula remota síncrona<sup>5</sup>)

Estando todos conectados pelo google meet, me acompanhem para as seguintes explicações. Os textos desta aula com uma vídeo aula estão postados na plataforma Google Classroom, conforme mostra imagem a seguir e também as estações que serão na próxima aula.



<sup>5</sup> A aula síncrona significa que os alunos estarão 'presentes' no horário de exposição do professor.

Roldanas e plano inclinado
Última edição: 7 de mai.



9º Ano - Física - Aula 10 ...  
Vídeo do YouTube 11 minuto:



Roldanas.pdf  
PDF



Plano inclinado.pdf  
PDF

[Ver material](#)

Então, para iniciar, irei fazer um compartilhamento de tela no *Google Meet* para que vocês possam acompanhar melhor esta aula remota.

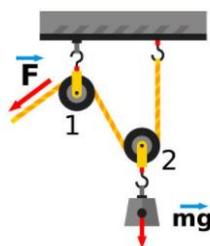
Vamos assistir a videoaula sobre estas novas máquinas simples, que está em: <https://www.youtube.com/watch?v=agAmC>, clicando no ícone do vídeo na plataforma, preste atenção que eles poderão auxiliá-los na resolução das atividades que também serão desenvolvidas nas estações.

Vamos agora para o texto com o ícone roldanas.

Outra máquina simples que se destaca pelo uso e eficiência são as **polias ou roldanas**. Elas podem oferecer vantagem mecânica, que significa a diminuição da força potente ( $F_p$ ) a ser realizada, por meio de um ponto fixo e uma polia móvel. A relação entre força potente e força resistente ( $F_r$ ) pode ser expressa da seguinte forma (Figura 13):

$$F_p = \frac{F_r}{2}$$

**Figura 13 - Roldanas.**



Fonte: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/polias.htm>>.

Sendo:

$$F_r = \text{peso} = m \cdot g$$

A roldana móvel divide pela metade o esforço a ser feito na realização de uma atividade de levantamento da carga, chamada de força resistente ( $F_r$ ), no caso, o peso. Ainda é possível serem colocadas outras roldanas móveis para diminuir ainda mais a força empregada nestas situações.

Agora que vimos as vantagens que as polias ou roldanas podem trazer, feche o texto, volte no mesmo lugar na plataforma.

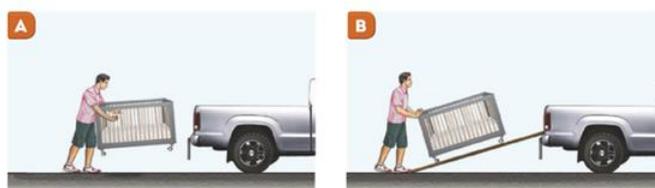
Vamos agora para o texto clicando no ícone plano inclinado

Também considerado uma máquina simples, o plano inclinado, mais conhecido por rampa, é muito utilizado por todos, vejam o porquê.

Observe a figura 14, onde um mesmo rapaz, em duas situações em que levanta um objeto para colocá-lo na carroceria de uma caminhonete. Na situação A ele levanta o objeto e o coloca na caminhonete e na situação B ele coloca uma tábua ligando o chão e a carroceria da caminhonete e empurra o objeto para cima da carroceria.

Qual das duas situações o rapaz estaria fazendo menos esforço na execução desta tarefa?

**Figura 14** – Com rampa e sem rampa.



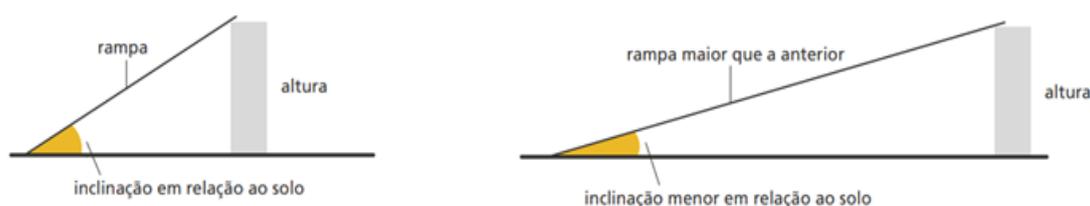
Fonte: Livro: Leandro Godoy. Ciências, Vida e Universo. 7 (2018, p. 26).

Situação B, pois ele está utilizando um plano inclinado ou uma rampa.

Para facilitar o movimento e diminuir o esforço de subida de um lugar baixo para um lugar mais elevado ou de se elevar um objeto pesado de uma posição mais baixa para outra mais alta, o plano inclinado ajuda na tarefa ao diminuir o esforço. Como vimos, a gravidade esta relacionada à força peso, quando utilizamos uma rampa, ela nos ajuda a ‘vencer’ a gravidade com maior eficiência.

Veja na figura 15 que as rampas formam uma inclinação em relação ao solo, onde verificamos que à medida que o ângulo de inclinação diminui ao se construir uma rampa, a ação da força peso, executada sobre ela, também irá diminuir proporcionalmente, mas para isto o comprimento da rampa deverá também aumentar. Repare que a força peso não se altera, mas o efeito dela sobre o esforço.

**Figura 15** – Plano inclinado.

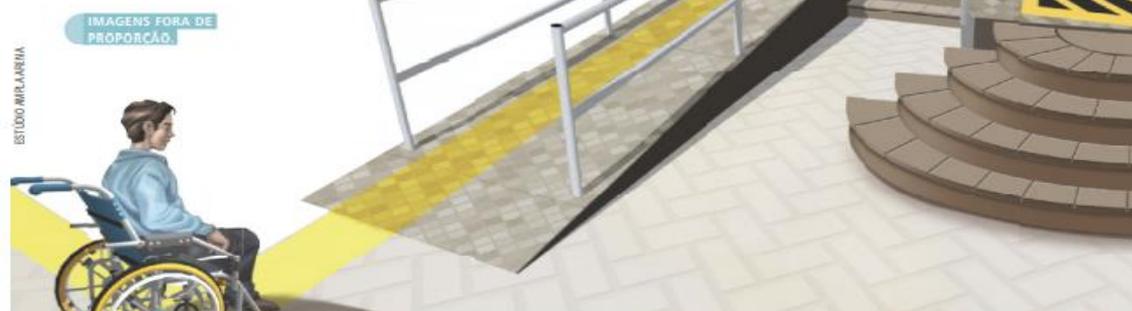


Fonte: Livro: Leandro Godoy. Ciências, Vida e Universo. 7 (2018, p. 26).

Devido a esse conhecimento, as rampas são indispensáveis para facilitar o acesso de pessoas a lugares com desníveis. Atualmente os espaços públicos devem ser feitos com rampas de acesso por possibilitar um menor esforço às pessoas e condições iguais de acesso, conforme mostra o texto em seguida.

A acessibilidade permite que toda pessoa, independentemente de sua condição física, tenha acesso a qualquer local, ao transporte, à informação, à comunicação, a serviços e a espaços virtuais como a internet.

Entre as atitudes relacionadas à acessibilidade, está a instalação de rampas em desníveis, que devem atender de forma rigorosa às condições de segurança e conforto estabelecidas por normas técnicas.



Uma das condições está relacionada à inclinação da rampa, que deve ser suficiente para garantir que seus usuários consigam se deslocar ao longo da rampa com pouco esforço físico.

► Rampa de acesso instalada em Tiradentes, MG, 2018.

Fonte: Livro: Leandro Godoy. Ciências, Vida e Universo. 7 (2018, p. 26-27).

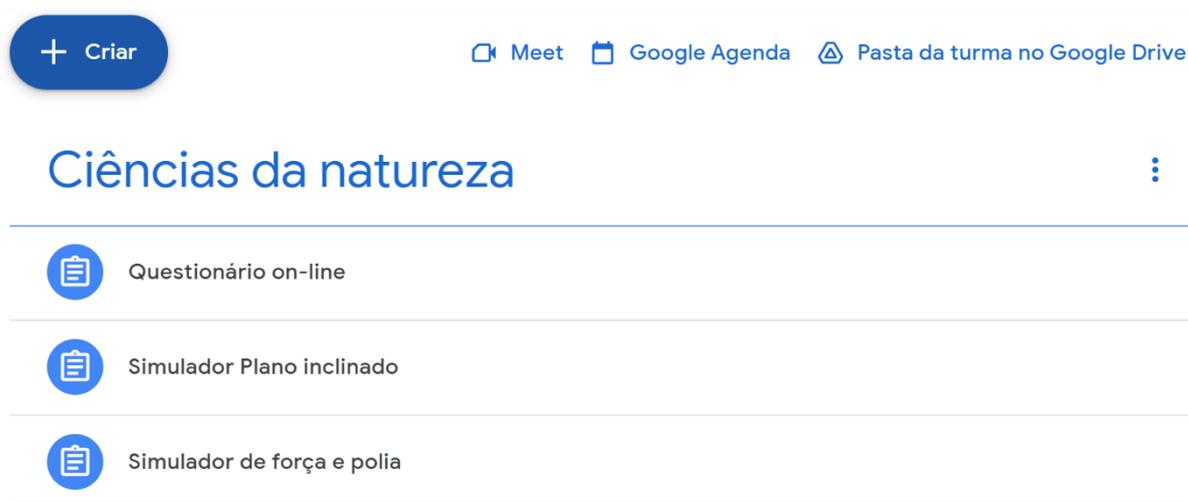
## OITAVO MOMENTO INVESTIGATIVO

### Estações – Máquinas Simples

Questionário online, simulador força e polia e simulador *Geogebra* – plano inclinado. (aula remota assíncrona<sup>6</sup>)

Em seguida, temos os prints da página das atividades que foram postadas na plataforma no *Google Classroom* para a aula assíncrona.

Agora vocês vão participar do último ciclo de estações. Realizem as simulações seguindo o roteiro de cada uma delas e vão responder algumas questões no formulário google de acordo com o que aprenderam na aula dialogada no google meet. As atividades estão postadas na plataforma *Google Classroom*, conforme mostra a imagem a seguir.



Quando finalizarem cada atividade, confirmem as respostas e façam a devolução.

### **Questionário online**

### **Máquinas Simples – Polias e Plano Inclinado**

<sup>6</sup> A aula assíncrona significa que os alunos não estarão necessariamente ‘presentes’ no horário de exposição do professor, que ocorre através de postagem de material instrucional, como vídeo aula, textos etc.

**1. As polias ou roldanas móveis têm função:**

- a. Duplicar o peso da carga
- b. Reduzir o peso da carga pela metade em cada roldana móvel.
- c. Apenas de facilitar a subida de uma carga.
- d. Iguais a alavanca

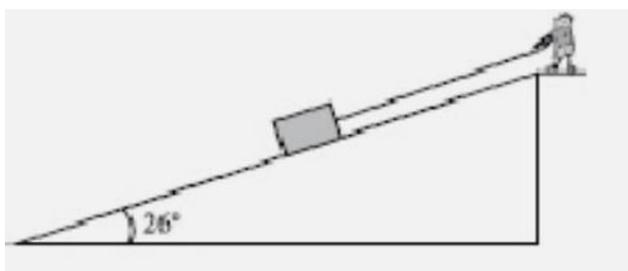
**2. Se uma pessoa levantar um peso de 120 kgf utilizando duas polias móveis, ela fará um esforço de:**

- a. 30 kgf
- b. 60 kgf
- c. 120 kgf
- d. 15 kgf

**3. Quando são utilizadas duas roldanas móveis ocorre:**

- a. a redução da força pela metade ou fica duas vezes menor.
- b. o aumento no dobro força aplicada
- c. a redução na metade da metade da força aplicada ou fica quatro vezes menor.
- d. o aumento da força aplicada em quatro vezes mais.

**4. No plano inclinado, conforme mostra a figura, o que influencia para que ele seja vantajoso?**



- a. A rampa menor e o ângulo maior.
- b. A rampa maior e o ângulo maior.
- c. A rampa maior e o ângulo menor.
- d. A rampa menor e o ângulo menor.

## 5. Numa rampa ou plano inclinado, quanto maior for o ângulo da base:

- Maior é o comprimento da rampa e o peso sobre ela é menor.
- Maior é o comprimento da rampa e o peso sobre ela é maior.
- Menor é o comprimento da rampa e o peso sobre ela é menor.
- Menor é o comprimento da rampa e o peso sobre ela é maior.

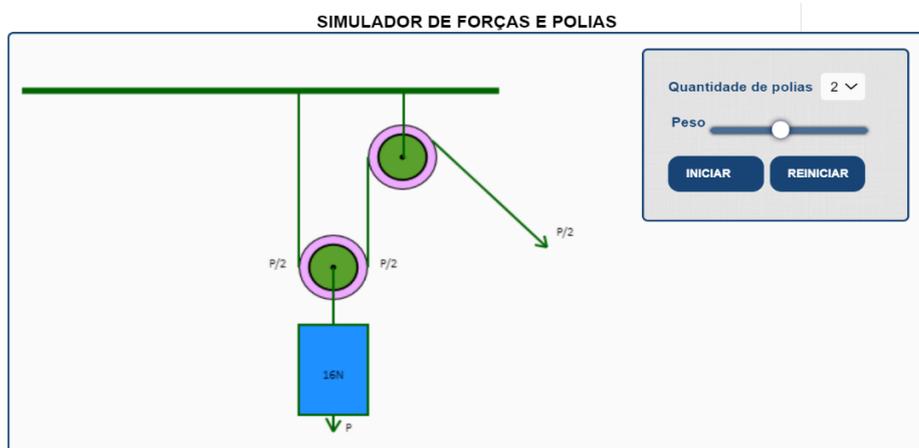
A seguir, estão disponibilizadas todas as atividades que constam na plataforma *Google Classroom* para a aula assíncrona, iniciando com o *link* dos simuladores e os roteiros das atividades a serem realizadas com os simuladores.

- Atividade com o simulador forças e polias

Realizem a simulação seguindo atentamente o roteiro confeccionado para esta atividade.

### 1º Passo:

Inicialmente acesse o site <http://www.saci.ufc.br/index.php/19-ambiente-academico/fisica-geral-i/57-teste> ou pelo código QR.



**2º Passo:**

- Coloque a quantidade de polias igual a 2.
- O peso igual a 16N.
- Acione reiniciar e iniciar para começar a simulação.
  - a) Calcule o valor da força aplicada para levantar a carga de 16N
  - b) Em quantas vezes a carga foi diminuída.

Respostas	Cálculo
a) <hr/> <hr/>	
b) <hr/> <hr/>	

**3º Passo:**

- Coloque a quantidade de polias igual a 3.
- O peso igual a 16N.
- Acione reiniciar e iniciar para começar a simulação.
  - a) Calcule o valor da força aplicada para levantar a carga de 16N
  - b) Em quantas vezes a carga foi diminuída.

Resposta	Cálculo
a)	

<hr/> <hr/> <p>b)</p> <hr/> <hr/>	
-----------------------------------	--

**4º Passo:**

- Coloque a quantidade de polias igual a 4.
- O peso igual a 16N.
- Acione reiniciar e iniciar para começar a simulação.
  - a) Calcule o valor da força aplicada para levantar a carga de 16N
  - b) Em quantas vezes a carga foi diminuída.

Resposta	Cálculo
<p>a)</p> <hr/> <hr/>	
<p>b)</p> <hr/> <hr/>	

**5º Passo:**

- Coloque a quantidade de polias igual a 5.
- O peso igual a 16N.
- Acione reiniciar e iniciar para começar a simulação.
  - a) Calcule o valor da força aplicada para levantar a carga de 16N
  - b) Em quantas vezes a carga foi diminuída.

Resposta	Cálculo
a) <hr/> <hr/>	
b) <hr/> <hr/>	

Qual a relação você consegue identificar entre o número de polias móveis e a redução da força aplicada?

---



---



---

- Agora faça a atividade com o simulador Geogebra, seguindo o roteiro a seguir.

Acesse o simulador pelo site ou pelo código QR:

<https://www.geogebra.org/m/wzcfjguy>



Geogebra

CRIAR SALA

Mass of  $m_2 = 10$  kg

Show Numerical Values

$m_2$

$m_1$

Mass of  $m_1 = 5$  kg

$\theta = 45^\circ$

$\alpha = 45^\circ$

Run Pause Reset

Roteiro do simulador Geogebra – Formulário Google

Simulação do plano inclinado com roldana fixa

\*Obrigatório

Nome completo: \*

---

- 1- Ajustando o peso de massa 1 (vermelho) em 5 kg, o ângulo em  $\alpha = 0^\circ$  e o bloco de massa 2 (azul) em 10 kg, descreva o que ocorreu quando clicou em 'run' (corre), iniciando a simulação?
- 
-

- 2- Ajustando o peso de massa 1 (vermelho) em 5 kg, o ângulo em  $a = 15^\circ$  e o bloco de massa 2 (azul) em 10 kg, descreva o que ocorreu quando clicou em 'run' (corre), iniciando a simulação?

---

---

- 3- Ajustando o peso de massa 1 (vermelho) em 5 kg, o ângulo em  $a = 25^\circ$  e o bloco de massa 2 (azul) em 10 kg, descreva o que ocorreu quando clicou em 'run' (corre), iniciando a simulação?

---

---

- 4- Ajustando o peso de massa 1 (vermelho) em 5 kg, o ângulo em  $a = 30^\circ$  e o bloco de massa 2 (azul) em 10 kg, descreva o que ocorreu quando clicou em 'run' (corre), iniciando a simulação?

---

---

- 5- Mantendo as massas como nas questões anteriores e variando os valores de  $a$ , com ângulos maiores que  $30^\circ$ , descreva o que ocorreu quando clicou em 'run' (corre), iniciando a simulação?

---

---

---

- 6- Em que momento da simulação a situação começou a se modificar? O que você percebeu que ocorreu para que a situação se modificasse, quando não teve relação com a massa e nem com os ângulos?

---

---

---

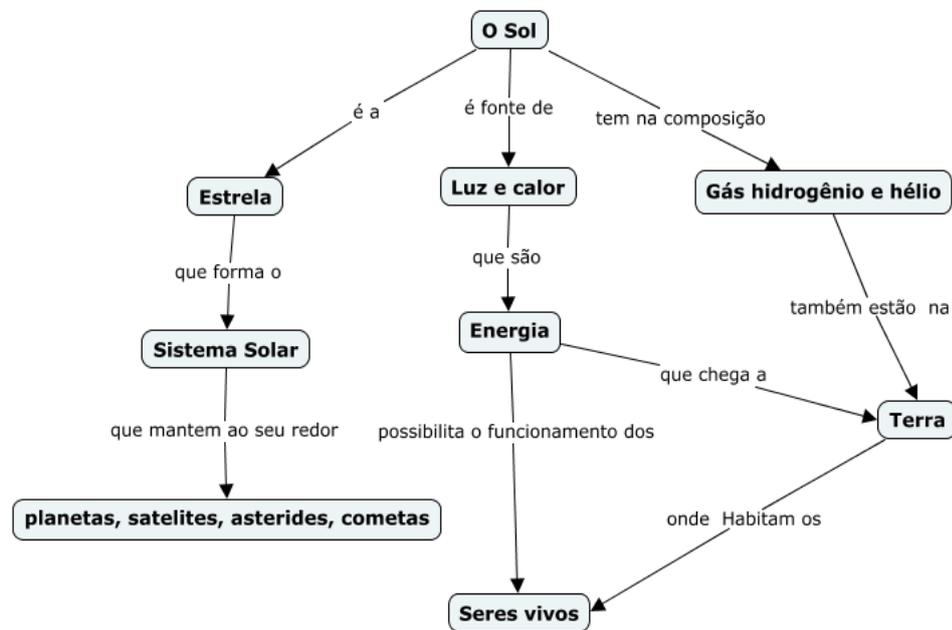
## NONO MOMENTO INVESTIGATIVO

### Aula expositiva – Mapa conceitual

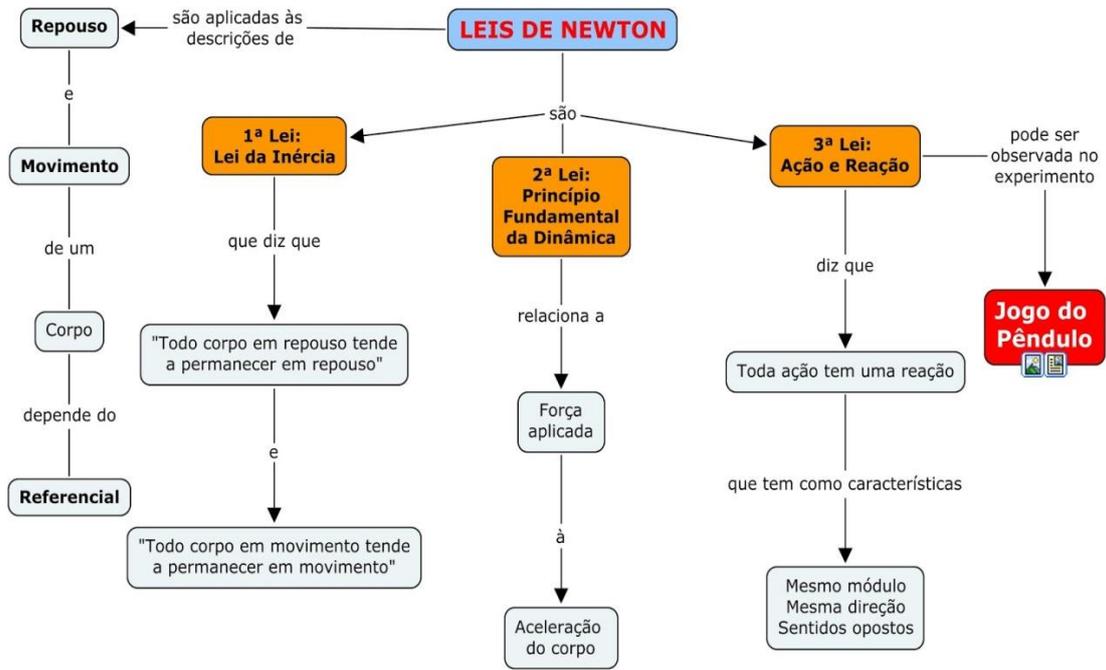
Nesta aula vocês vão aprender a fazer um mapa conceitual que vai servir para mostrarem um pouco do que aprenderam sobre As Máquina Simples.

Vamos ver alguns exemplos que ajudarão na elaboração do seu mapa conceitual.

Qual a relação do Sol com a vida na Terra?



Fonte: autoria própria



Fonte: <[http://experimentandofisica.blogspot.com/2012/12/mapas-conceituais\\_10.html](http://experimentandofisica.blogspot.com/2012/12/mapas-conceituais_10.html)>.

## DÉCIMO MOMENTO INVESTIGATIVO

### Mapa conceitual – Máquinas Simples

Para encerrar estes momentos de aprendizagem com vocês sobre as máquinas simples, mostrem um pouco daquilo que aprenderam durante as aulas, elaborando um **mapa conceitual** que tenha como tema: as máquinas simples e sua importância para o desenvolvimento da sociedade.

Na produção do mapa conceitual, primeiro selecione várias palavras importantes e que tiveram destaque durante seus estudos sobre máquinas simples. Analise as palavras selecionadas e tente formar conexões intermediadas por pequenas frases que contenham verbos, que deem sentido e expliquem o tema.

Agora tente fazer o seu mapa, individualmente. Qualquer dúvida é só perguntar.

## Apêndice I – Teoria da Aprendizagem Significativa<sup>7</sup>

O cerne da teoria da aprendizagem significativa é proposto por Ausubel como fator preponderante para aprendizagem de novos conhecimentos, ou seja, são os conhecimentos previamente adquiridos, aqueles saberes que toda pessoa detém pela sua experiência de vida, que são os conectores para que o sujeito possa de fato aprender. Pode-se observar isto quando ele mesmo diz: “se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fato isolado mais importante na aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos.” (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980, p. 137).

Porém, não são quaisquer conhecimentos que um indivíduo possua que venha a ter a capacidade de se ligar a um novo conhecimento e gerar aprendizagem, conforme Moreira (2010, p. 7), são conhecimentos com certa especificidade, estes conseguem fazer uma conexão com o novo, então, servem de “ancoragem” para o novo conhecimento e recebe o nome de subsunçor. Este é o elemento fundamental para aprendizagem significativa.

Contudo, deve-se ressaltar que para que ocorra a aprendizagem significativa deve se considerar a vontade do aprendiz em aprender, onde a sua disposição é imprescindível no processo, pois, como seria possível ensinar alguém que não deseja o aprendizado (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1978, p. 41).

Portanto, Ausubel entende o “armazenamento de informações no cérebro humano como sendo altamente organizado, formando uma hierarquia conceitual na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados (e assimilados) a conceitos mais gerais, mais inclusivos” (MOREIRA, MASINE. 1982, p.7-8).

Ao contrário desta posição está a aprendizagem mecânica, que enfatiza o memorizar (decorar) fórmulas e conteúdos apenas para ocasiões específicas, como a realização de testes, provas e concursos. Este tipo de aprendizagem é mais propícia ao esquecimento, apesar de ser natural o esquecimento, pelo fato de que o que se memorizou não ter nenhum significado para o aprendiz ou de não fazer sentido para sua vida (MOREIRA, 2009, p. 10-11). Para Novak (1998), a aprendizagem significativa oferece muito mais vantagens que a aprendizagem mecânica, uma delas seria que sua retenção é por mais tempo. Para ele, “a aprendizagem significativa subjaz à integração construtiva entre pensamento, sentimento e ação, que conduz ao engrandecimento humano” (Ibid., 1998, p. 15).

Existem contextos em que o aprendiz não possui subsunçores suficientes para relacioná-los aos conhecimentos que desejam ser-lhe ensinados, então, Ausubel apresenta a ideia do organizador prévio:

---

<sup>7</sup> As referências dos apêndices encontram-se ao final, na página 153.

“a principal função do organizador prévio é servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber para que possa aprender significativamente a tarefa com que se depara.” (AUSUBEL, 1978, p. 171).

Na elaboração das aulas são necessárias escolhas acertadas de como serão abordados determinados conteúdos tendo como foco o aprendiz, sob este contexto e pensando nele devem-se preparar as aulas, o que Ausubel chama de material potencialmente significativo.

Durante processo de aprendizagem e desenvolvimento de conceitos, segundo Moreira e Masine (1982, p. 21), é importante introduzir o que Ausubel chamou de **diferenciação progressiva** e a **reconciliação integrativa**, que ressaltam os aspectos de uma abordagem didática de conteúdos partindo sempre de conhecimentos mais abrangentes para aqueles mais específicos (diferenciação progressiva), sendo fundamental na preparação das aulas observar o que é mais geral e de fácil domínio intelectual, mostrar as diferenças e aos poucos ir aprofundando, uma vez que a mente funciona de forma hierarquizada, que parte do mais simples para o mais complexo, a diferenciação progressiva é um elemento facilitador e que pode auxiliar a aprendizagem. Com a mesma relevância, a reconciliação integrativa pode colaborar quando o professor inclui em sua programação as revisões e retomadas de conteúdo antes de iniciar um novo assunto para reforçar e aprofundar aquilo que já foi ensinado ou mesmo para retirar as dúvidas e integrar os conhecimentos, associando os aspectos agora mais específicos aos temas gerais introdutórios.

Existe uma relação clara entre a reconciliação integrativa e a diferenciação progressiva, pois na medida em que se aprofunda o conhecimento e mais tarde ao retomá-los eles podem ganhar novos significados ou serem aprimorados.

## Apêndice II – Teoria dos Campos Conceituais

A teoria desenvolvida por Vergnaud tem ênfase, de acordo com Moreira (2009, p. 37), em que “os conhecimentos estão organizados em campos conceituais”, porém, o domínio de um campo conceitual pode durar muito tempo, então, seria possível dizer quando o aprendiz chegou ao que ele chama de desenvolvimento cognitivo, isto seria quando consegue expressar o que aprendeu por meio de conceitos claros e precisos. Como afirmou Vergnaud, “a teoria dos campos conceituais supõe que o âmago do desenvolvimento cognitivo é a conceitualização” (VERGNAUD, 1996, p. 118). Para isto, é necessário o professor verificar quais as áreas de conhecimentos que o aprendiz não consegue explicar ou formalizar um conceito, ou seja, seria o levantamento dos conhecimentos implícitos que este já possui e que podem ser utilizados como base para a aprendizagem do conceito.

Pode-se entender que os campos conceituais, antes mesmo da formalização, estejam relacionados à realidade e fazem parte das experiências vivenciadas com influências culturais e sociais, conforme Vergnaud declara, “um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, conteúdos e operações de pensamento, conectados uns aos outros e, provavelmente, interligados durante o processo de aquisição” (VERGNAUD, 1982, p. 40).

O ‘conceito’ foi definido por um triplete de conjuntos (S, I, R), um conjunto de situações, um conjunto de invariantes operatórios e um conjunto de representações simbólicas.

Diante disto, pode-se considerar que o entendimento e a utilização do conceito, na aprendizagem, só podem ser por meio dos três conjuntos juntos, sabendo que eles estão interligados (MOREIRA, 2009, p. 38).

Aprofundando-se nos elementos que constituem um campo conceitual, pondo em relevo que “as situações que dão sentido ao conceito” (MOREIRA, 2002, p. 11), explicam que estas implicam em uma tarefa e que para a realização de uma tarefa complexa pode haver o envolvimento de outras menores, subjacentes, que, por sua vez, têm importância e influência no resultado final. Quanto mais variedades de situações existentes num conceito, mais significado ele ganha.

Os invariantes operatórios, que são os conhecimentos contidos nos esquemas, apresentam-se como “conceito-em-ação” e “teorema-em-ação”. Em síntese, “teorema-em-ação é uma proposição considerada como verdadeira sobre o real; conceito-em-ação é uma categoria de pensamento tida como pertinente” (MOREIRA, 2002, p. 17). Ainda acrescenta que, havendo dificuldade do aprendiz em formalizar o conhecimento, poderá explicitá-lo e, com a mediação do professor, transformá-lo gradativamente.

Os conceitos são formalizados por meio de linguagens e símbolos, e estas são as representações que devem estar ligadas às situações. Este processo é um facilitador na comunicação e em todo fluxo até a conceitualização, então, a mediação deve se concentrar nesta etapa, no sentido de que o sujeito possa fazer um fácil reconhecimento dos elementos referentes à situação (MOREIRA, 2002, p. 17).

### Apêndice III – Rotação por Estações

A característica deste método de ensino é a divisão da turma ou classe em vários grupos e a elaboração de vários ambientes de aprendizagens diferentes, denominados de ‘estações’, em que cada grupo formado irá passar por cada estação numa espécie de circuito, com atividades diferentes e independentes planejadas pelo professor para cada ‘estação’, iniciando e terminando toda atividade para ir à próxima, onde pelo menos em uma delas deve conter uma atividade *on-line*.

Inicialmente, as instruções são dadas à turma sobre o que será realizado em cada ‘estação’ e o tempo de realização das tarefas e, ao seu término, quando todos os grupos passarem por todas as ‘estações’, a turma discutirá o que ocorreu em cada etapa de forma a elaborar uma conclusão formalizada (CHRISTENSEN, 2013; HORN; STAKER, 2015).

É importante ressaltar que no método ‘rotação por estações’ a ordem das estações é indiferente, pois todas tratam de um mesmo assunto, uma estação não depende de outra e são autossuficientes, apesar de o ciclo completo compor favoravelmente a compreensão do tema (SANTOS et al., 2019, p. 292-293). A forma numerada das ‘estações’ informadas tem como objetivo organizar para uma melhor compreensão das sequências dos trabalhos desenvolvidos e não uma ordem numérica a ser seguida, pois todas podem funcionar simultaneamente.

Este modelo tem algo peculiar dentro do modelo híbrido porque alcança a maior interatividade entre os estudantes, enfatizado na formação de grupos para que em equipe possam realizar as atividades e resolver problemas, além das que são feitas individualmente. Como afirma Bacich e Moran (2015, p. 47): “é importante notar a valorização de momentos em que os alunos possam trabalhar colaborativamente e momentos em que trabalhem individualmente”.

Baseado no princípio de que cada ser humano é um indivíduo com características e experiências diferentes e que o estudante deve exercer protagonismo em sua aprendizagem, cada um dentro do seu próprio ritmo de aprendizagem, pode chegar em tempos diferentes ao mesmo objetivo. Portanto, este método permite que ele mesmo construa o seu próprio conhecimento com a diversidade de atividades que estimulam o pensamento e a criatividade por meio de ferramentas tecnológicas que permeiam o seu cotidiano.

Na execução das atividades, cada ‘estação’ desperta no discente o senso de responsabilidade, pois cabe a ele o gerenciamento da atividade e a administração do tempo, sabendo-se que existe um limite de tempo estabelecido para cada estação para que se alcance o objetivo proposto pelo professor, o que tornam elas “dinâmicas, atrativas e desafiadoras” (MOURA, 2018, p. 41).

## Apêndice IV – Mapa Conceitual

Os mapas conceituais representam os conhecimentos adquiridos pelos estudantes durante o processo em que estiveram envolvidos com determinado assunto de forma esquemática, onde os conhecimentos podem ser estruturados formando uma rede de posições de conceitos conectados.

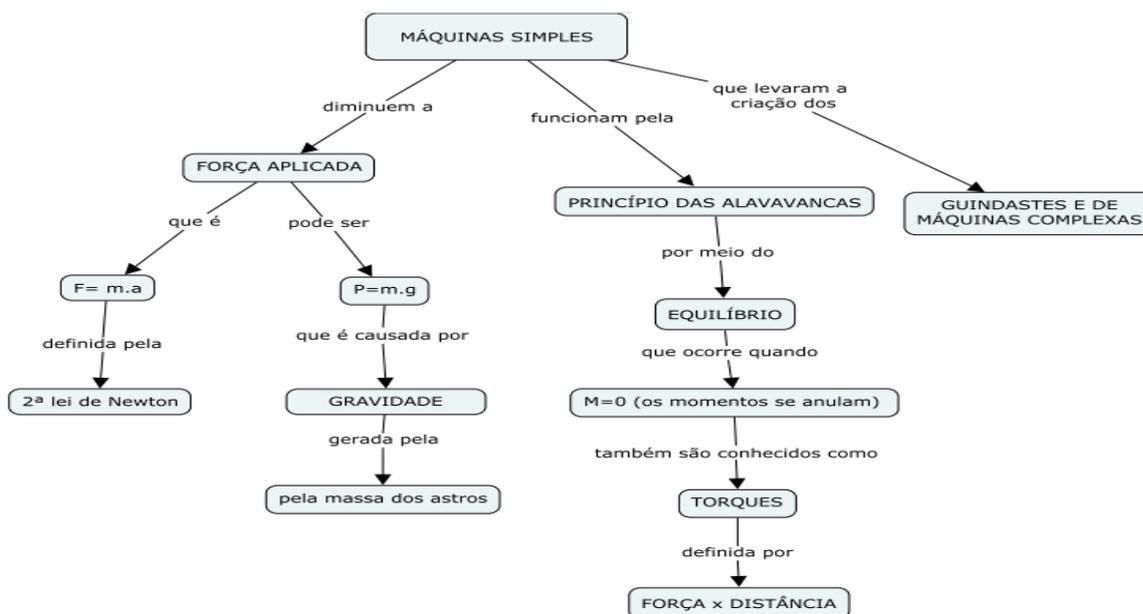
É uma ferramenta que pode expor o que foi captado durante as aulas que vem a servir para avaliar o nível de aprendizagem.

Assim, Novak e Cañas descrevem e ensinam como elaborar Mapas Conceituais:

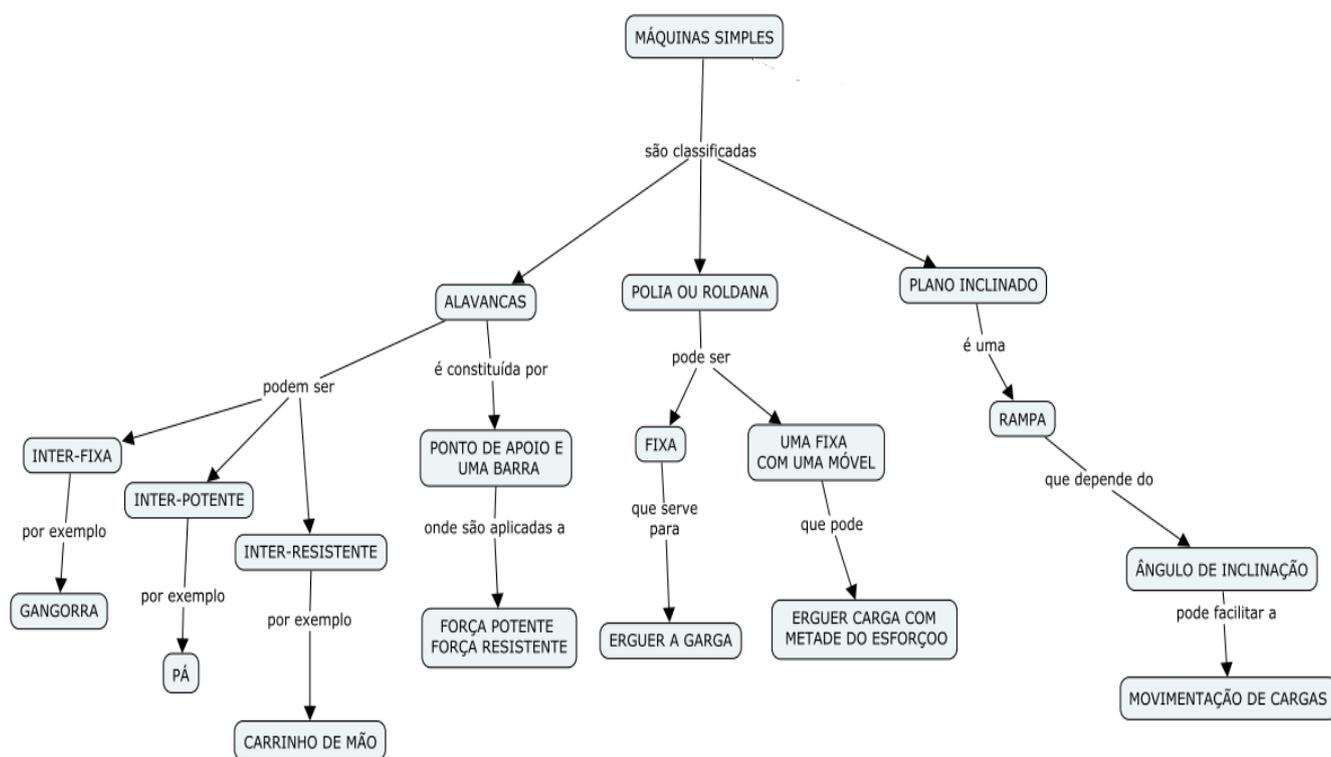
[...] são ferramentas gráficas para a organização e representação do conhecimento. Eles incluem conceitos, geralmente dentro de círculos ou quadros de alguma espécie, e relações entre conceitos, que são indicadas por linhas que os interligam. As palavras sobre essas linhas, que são palavras ou frases de ligação, especificam os relacionamentos entre dois conceitos. [...] Outra característica dos mapas conceituais é que os conceitos são representados de maneira hierárquica, com os conceitos mais inclusivos e gerais no topo e os mais específicos e menos gerais dispostos hierarquicamente abaixo. (NOVAK; CAÑAS, 2008, p. 1-2).

Na elaboração de um mapa conceitual, inicialmente deve-se criar uma pergunta focal sobre o tema estudado e, após, separar as ideias ou conceitos, para interligá-los com frases de ligação, contendo pelo menos um verbo, partindo de conceitos mais abrangentes para os de menor abrangência, conforme os modelos a seguir que estão dentro do tema das Máquinas Simples.

Qual a importância das Máquinas Simples para o desenvolvimento da sociedade?



Fonte: Autoria própria



Fonte: Autoria própria

No Produto Educacional há mais exemplos sobre a elaboração de um Mapa Conceitual (p. 149).

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D.; NOVAK, J. D., HANESIAN, H. *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Warbel & Peck. 1978, p. 171.

\_\_\_\_\_.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

\_\_\_\_\_.; NOVAK, J. D; HANESIAN, H. *Educational Psychology. A cognitive view*. 2a. ed. Nueva York: Holt, Rinehart and Winston. Trad. Cast. De Sandoval, M. 1983. *Psicología educativa*. Mexico DF: Trilhas. 1978, p. 41.

BACICH, L.; MORAN, J. Aprender e ensinar com foco na educação híbrida. *Revista Pátio*, n. 25, junho, 2015, p. 46-47. Disponível em: <<http://www2.eca.usp.br/moran/>>. Acesso em: 17 fev. 2021.

CAVERSAN, R. H. M. *Explorando o ensino híbrido em física: uma proposta para o ensino de fenômenos ondulatórios utilizando ferramentas multimidiáticas*. Presidente Prudente. 2016, p. 72. 166f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/148578>>. Acesso em: 17 fev. 2021.

CHRISTENSEN, C. M. *Ensino híbrido: uma inovação disruptiva? Uma introdução à teoria dos híbridos*. San Mateo: Clayton Christensen Institute. 2013. Disponível em: <<https://www.christenseninstitute.org/publications/ensino-hibrido/>>. Acesso em: 17 fev. 2021.

HORN, M. B.; STAKER, H. *Blended: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação*. Tradução: Maria Cristina Gularte Monteiro. Porto Alegre: Penso, 2015.

MORAN, J.M. Educação Híbrida: um conceito-chave para a educação, hoje. In: BACICH, Lilian; TANZI NETO, Adolfo; TREVISANI, Fernando Mello. (Org.). *Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação*. 1 ed. Porto Alegre: Penso, 2015.

\_\_\_\_\_. *Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda*. In: BACICH, L; MORAN, J. (org.). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 4.

MOREIRA, M. A. *A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud: O ensino de ciências e a pesquisa nesta área*. Porto Alegre. UFRGS. 2002.

\_\_\_\_\_. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Centauro, 2010.

\_\_\_\_\_. *Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências*. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

\_\_\_\_\_. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária LTDA. 1999.

\_\_\_\_\_.; MASINI, E.S. *Aprendizagem Significativa: a Teoria de David Ausubel*. São Paulo: Editora Moraes. 1982.

MOURA, R. P. *Ensino híbrido no ensino de Eletromagnetismo*. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em ensino de Física) – Unidade Acadêmica Especial de Física e Química, Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2018.

NOVAK, J. D; CAÑAS, A.J. *The theory underlying concept maps and how to construct and use them*. Florida: Institute for Human and Machine Cognition, 2008.

VERGNAUD, G. *A classification of cognitive tasks and operations of thought involved in addition and subtraction problems*. In. T. Carpenter; T. Romberg; J. Moser (Eds.). *Addition and Subtraction: a cognitive perspective*. New Jersey: Lawrence Erlbaum, 1982.

\_\_\_\_\_. Education: the best part of Piaget's heritage. *Swiss Journal of Psychology*, 55(2/3): 1996.