



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF**

PAULO CÉSAR DOS SANTOS BATISTA

**ENSINO DO CONCEITO DE FORÇA E SUA APLICABILIDADE NO
CONTEXTO VIVENCIAL DE ALUNOS DA EDUCAÇÃO DO CAMPO.**

**TERESINA
2025**

PAULO CÉSAR DOS SANTOS BATISTA

**ENSINO DO CONCEITO DE FORÇA E SUA APLICABILIDADE NO
CONTEXTO VIVENCIAL DE ALUNOS DA EDUCAÇÃO DO CAMPO.**

Dissertação de Mestrado - Produto Educacional apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física MNPEF - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí (UFPI) como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Linha de Pesquisa: Física no Ensino Médio

Orientadora: Profa. Dra. Cláudia Adriana de Sousa Melo

TERESINA
2025

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Calos Castello Branco
Serviço de Processos Técnicos

B333e Batista, Paulo César dos Santos.
 Ensino do conceito de força e sua aplicabilidade no contexto vivencial
de alunos da Educação do Campo / Paulo César dos Santos Batista. – 2025.
 100 f. : il.

 Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Centro de
Ciências da Natureza, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
- MNPEF, Teresina, 2025.
 “Orientadora: Profa. Dra. Cláudia Adriana de Sousa Melo.”

 1. Ensino de Física. 2. Força. 3. Alavanca. 4. Análise de Conteúdo.
5. Mandioca. 6. Zona Proximal de Desenvolvimento. 7. Zona Rural. I. Melo,
Cláudia Adriana de Sousa. II. Título.

CDD 530.07

Bibliotecário: Gésio dos Santos Barros - CRB3/1469



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – UFPI
e-mail: mnpef@ufpi.edu.br

**ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE PAULO CÉSAR
DOS SANTOS BATISTA**

Às nove horas do dia trinta e um de julho de dois mil e vinte e cinco, reuniu-se no Auditório do Departamento de Física, a Comissão Julgadora da dissertação intitulada "ENSINO DO CONCEITO DE FORÇA E SUA APLICABILIDADE NO CONTEXTO VIVENCIAL DE ALUNOS DA EDUCAÇÃO DO CAMPO." do discente Paulo César dos Santos Batista, composta pelos professores Cláudia Adriana de Sousa Melo (orientadora, UFPI), Daniel Roger Bezerra Amorim (externo ao programa - UFPI), Maurisan Alves Lino (externo ao programa - UFPI), e Marcos Antonio Tavares Lira (interno ao programa - UFPI), para a sessão de defesa pública do citado trabalho, requisito para a obtenção do título Mestre em Ensino de Física. Abrindo a sessão a Orientadora e Presidente da Comissão, Prof^a. Cláudia Adriana de Sousa Melo, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares da defesa da Dissertação, passou a palavra o discente para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos membros da Comissão Julgadora e respectiva defesa do discente. Nesta ocasião foram solicitadas correções no texto escrito, as quais foram acatadas de imediato. Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença do aluno e do público, para julgamento e expedição do resultado final. O discente foi considerado APROVADO, por unanimidade, pelos membros da Comissão Julgadora, à sua dissertação. O resultado foi então comunicado publicamente ao discente pelo Presidente da Comissão. Registrando que a confecção do diploma está condicionada à entrega da versão final da dissertação à CPG após o prazo estabelecido de 60 dias, de acordo com o artigo 39 da Resolução No 189/07 do CONSELHO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFPI. Nada mais havendo a tratar, a Presidente da Comissão Julgadora deu por encerrado o julgamento que tem por conteúdo o teor desta Ata que, após lida e achada conforme, será assinada por todos os membros da Comissão para fins de produção de seus efeitos legais. Teresina-PI, 31 de julho de 2025.

Prof^a. Cláudia Adriana de Sousa Melo (Presidente) _____

Documento assinado digitalmente
gov.br CLAUDIA ADRIANA DE SOUSA MELO
Data: 04/08/2025 18:43:19-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Daniel Roger Bezerra Amorim (externo-UFPI) _____

Documento assinado digitalmente
gov.br DANIEL ROGER BEZERRA AMORIM
Data: 04/08/2025 18:57:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Maurisan Alves Lino (externo-UFPI) _____

Documento assinado digitalmente
gov.br MAURISAN ALVES LINO
Data: 05/08/2025 22:50:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Marcos Antonio Tavares Lira (interno-UFPI) _____

Documento assinado digitalmente
gov.br MARCOS ANTONIO TAVARES LIRA
Data: 07/08/2025 16:50:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dedico essa dissertação à minha esposa, meus filhos pelo amor, carinho e companheirismo e aos meus pais que acima de tudo puseram minha educação em primeiro lugar, e assim me fizeram compreender a importância que há nos estudos.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão primeiramente a Deus e a todas as pessoas que contribuíram de maneira significativa para a realização deste trabalho de pesquisa e para a conclusão bem-sucedida do meu mestrado.

Primeiramente, quero agradecer a minha orientadora, Prof. Dr. Cláudia Adriana de Sousa Melo pela orientação valiosa, paciência e inspiração ao longo deste processo. Sua experiência e visão crítica foram fundamentais para moldar e aprimorar meu trabalho.

Também não poderia deixar de agradecer a valiosa colaboração de nossa professora Prof. Dr. Maria do Socorro Leal Lopes pela excelente condução na disciplina de Planejamento da Pesquisa e do produto educacional.

Aos membros da banca examinadora, agradeço por dedicarem seu tempo para avaliar este trabalho e por fornecerem insights valiosos que enriqueceram significativamente a qualidade da dissertação.

Agradeço também aos meus colegas de mestrado, Emmanuel, Edivaldo, Fernando, Flávio, Felipe, Adriano, Guilherme, Ayrton, Rebeca, Tayla, Huanderson, Jorge e Eduardo por todo apoio e colaboração, fatores que foram essenciais para superar desafios e para criar um ambiente acadêmico estimulante, e tenho certeza que foram enviados por Deus para enriquecer minha vida com excelentes amigos.

Minha gratidão se estende aos amigos e familiares que me apoiaram incondicionalmente ao longo deste trajeto acadêmico. Seus encorajamentos e compreensão foram fundamentais para manter meu foco e determinação.

Minha gratidão aos meus avós que me criaram e me educaram, em especial ao meu avô, homem íntegro e sábio que nos últimos dias de escrita dessa dissertação foi levado por Deus, e para ele dedico especialmente essa pesquisa.

Por fim, expresso minha profunda gratidão à instituição Universidade Federal do Piauí – UFPI por proporcionar os recursos necessários para a realização desta pesquisa.

Cada um de vocês desempenhou um papel crucial em minha jornada acadêmica, e por isso, expresso meu sincero agradecimento a todos que contribuíram para o sucesso desta dissertação.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Momento de uma força	36
Figura 2: Relação vetorial entre momento de uma força e o vetor posição	37
Figura 3: Alavanca interfixa produzida	38
Figura 4: Montagem da alavanca pelos alunos	42
Figura 5: Como encontrar o ponto de equilíbrio da alavanca	42
Figura 6: Discussão sobre o efeito da massa na alavanca.....	43
Figura 7: Estudo da relação entre massa e distância ao ponto de equilíbrio ...	43
Figura 8: Teste do uso da alavanca na colheita de mandioca	44
Figura 9: Colhendo a mandioca de forma manual	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ZDP: Zona Proximal de Desenvolvimento

SEI: Sequência de Ensino Investigativa

MST: Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra

UNB: Universidade de Brasília

UNICEF: Fundo das Nações Unidas para a Infância

PCN: Parâmetros Curriculares nacionais

RESUMO

Esta dissertação tem como objetivo investigar as potencialidades do ensino do conceito de força por meio da construção de uma máquina simples destinada à colheita de mandioca. A pesquisa fundamenta-se na teoria Histórico-Cultural de Vygotsky, segundo a qual o desenvolvimento humano é profundamente influenciado pela cultura e pelas interações sociais. O aprendizado, nesse contexto, não ocorre de forma isolada, mas é construído a partir do ambiente em que o sujeito está inserido, das relações que estabelece e do contexto histórico que o envolve. Um dos pilares dessa abordagem é o conceito de mediação, que destaca o papel central dos instrumentos culturais, especialmente a linguagem, na construção do conhecimento e na organização do pensamento. Esses elementos conferem significado ao que se aprende e moldam a maneira como compreendemos o mundo. A metodologia adotada nesta pesquisa foi a análise de conteúdo, com base na técnica de análise temática proposta por Laurence Bardin (2016), a qual possibilitou uma interpretação aprofundada dos dados, assegurando uma organização clara e significativa das informações. O estudo foi estruturado em três momentos principais. O primeiro visou à identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes acerca do conceito de força, além de explorar suas percepções sobre como esse conhecimento poderia contribuir para a melhoria da qualidade de vida em suas comunidades rurais. O segundo momento concentrou-se na investigação dos fenômenos físicos associados ao conceito de força, utilizando como recurso experimental uma alavanca projetada especificamente para a colheita de mandioca, cujo detalhamento de sua construção está em anexo a esta dissertação como Produto Educacional. No terceiro momento, os alunos participaram de uma aula de campo, sendo conduzidos até uma plantação para testar, na prática, o funcionamento da alavanca em sua finalidade original: a colheita da mandioca. A análise das respostas dos estudantes foi realizada com base em registros organizados a partir de núcleos de sentido, o que possibilitou a identificação de padrões de compreensão, ideias recorrentes e eventuais dificuldades conceituais presentes nos discursos dos participantes. Tal abordagem conferiu maior profundidade à interpretação dos dados, permitindo uma visão abrangente das tendências e dos desafios enfrentados durante o processo de aprendizagem. Os resultados indicam que a prática educacional proposta, ao considerar o contexto histórico-cultural dos estudantes, favoreceu uma compreensão mais ampla e significativa do conceito físico de força. Além disso, a estratégia metodológica utilizada contribuiu para uma expressiva motivação dos alunos, promovendo a participação ativa de todos os envolvidos no processo.

Palavras-chave: Ensino de Física; Força; Alavanca; Análise de Conteúdo; Mandioca; Zona Proximal de Desenvolvimento; Zona Rural.

ABSTRACT

This dissertation aims to investigate the potential of teaching the concept of force through the construction of a simple machine designed for cassava harvesting. The research is grounded in Vygotsky's Cultural-Historical Theory, which posits that human development is profoundly influenced by culture and social interactions. In this framework, learning does not occur in isolation but is constructed through the environment in which the individual is embedded, the relationships they establish, and the historical context surrounding them. One of the foundational pillars of this approach is the concept of mediation, which emphasizes the central role of cultural tools particularly language in the construction of knowledge and the organization of thought. These elements imbue learning with meaning and shape the way we understand the world. The methodology adopted in this study was content analysis, based on the thematic analysis technique proposed by Laurence Bardin (2016). This approach enabled an in-depth interpretation of the data, ensuring a clear and meaningful organization of the information. The study was structured into three main phases. The first phase sought to identify students' prior knowledge regarding the concept of force and to explore their perceptions of how this knowledge could contribute to improving the quality of life in their rural communities. The second phase focused on investigating the physical phenomena associated with the concept of force, using as an experimental resource a lever specifically designed for cassava harvesting. The detailed construction of this lever is included as an Educational Product annexed to this dissertation. In the third phase, students participated in a field lesson, during which they were taken to a plantation to test the lever in practice, applying it to its original purpose: cassava harvesting. The analysis of students' responses was conducted based on records organized around meaning units, which allowed for the identification of patterns of understanding, recurring ideas, and conceptual difficulties present in participants' discourse. This approach provided greater depth to the interpretation of the data, enabling a comprehensive view of the trends and challenges encountered throughout the learning process. The results indicate that the proposed educational practice, by taking into account the students' cultural-historical context, fostered a broader and more meaningful understanding of the physical concept of force. Furthermore, the methodological strategy employed contributed to a significant increase in student motivation, promoting the active participation of all those involved in the process.

Keywords: Physics teaching; Force; Lever; Content analysis; Cassava; Proximal Zone of Development; Rural Area

Sumário

INTRODUÇÃO	13
1 TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL	16
1.1 Interação social e mediação	16
1.2 Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) aplicada ao problema estudado	19
2 O ENSINO DE CIÊNCIAS E A EDUCAÇÃO NO CAMPO	23
3 FORÇA: EVOLUÇÃO DO CONCEITO	26
3.1 O termo "força" e sua etimologia	26
3.2 A força e algumas de suas definições	28
3.3 Força na Grécia antiga	29
3.4 O conceito de força segundo Kepler	31
3.5 O conceito de força segundo Newton	32
3.6 O conceito de força atualmente	34
4 PERCURSO METODOLÓGICO: UMA ABORDAGEM HISTÓRICO-CULTURAL	37
4.1 O que é uma alavanca?	37
4.2 A alavanca para extração da mandioca	41
4.3 Planejamento e desenvolvimento da SEI	42
4.3.1 Participantes da SEI	42
4.3.2 Etapas da SEI	43
5 ANÁLISE DOS DADOS	49
5.1 Análise de conteúdo das atividades propostas	52
5.1.1 Atividade I - Força e alavancas	52
5.1.2 Atividade III - Alavanca e colheita de mandioca	62
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
REFERÊNCIAS	67
<u>APÊNDICE A</u>	71
PRODUTO EDUCACIONAL	70
1. INTRODUÇÃO	73
2. A ALAVANCA	74
2.1. Materiais utilizados	74
2.2. Montagem da alavanca	79
3. SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO	86
3.1. Sequência proposta para aplicação do Produto Educacional	86
3.2. Etapas de aplicação do Produto Educacional	86
Segunda Etapa	87

Terceira Etapa	88
Quarta Etapa.....	88
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	90
REFERÊNCIAS	91
APÊNDICE B	93
Questionário diagnóstico.....	93
APÊNDICE C	94
Atividade investigativa.....	94
APÊNDICE D	95
Sobre a colheita da Mandioca	95
APÊNDICE E	96
Plano de Aplicação do Produto Educacional	

INTRODUÇÃO

Compreender um conceito científico, e ainda relacionado a um fenômeno natural, não é uma tarefa tão fácil, e torna-se um desafio maior quando pretende-se ensiná-lo em sala de aula, considerando que a ciência não deve ser apresentada como um saber acabado. Essa característica dinâmica do conhecimento científico, que se perpetua ao longo das gerações, transforma o ensino um processo contínuo de construção e reinvenção de saberes. Nesse sentido, como relata Pozo & Crespo (2009), ensinar Ciências não deve ter como meta apenas a transmissão de verdades consolidadas, mas fomentar a investigação e a reflexão sobre os fenômenos que os estudantes vivenciam no seu dia a dia.

Diante do exposto, é essencial reconhecer que os paradigmas científicos estão em constantes mudanças. Essa atualização contínua é fundamental ao processo de ensino-aprendizagem, indicando que o educador precisa ir além da apresentação de conteúdos acabados, devendo promover uma prática pedagógica contextualizada, crítica e investigativa. Atitude essa, que rompe com a rigidez de uma Física norteada apenas pelo formalismo matemático e as resoluções de problemas abstratos, buscando uma ciência viva, próxima da realidade dos alunos.

Como destaca Peduzzi (2011, p. 23), é comum que o ensino da Física se baseie na apresentação objetiva de conceitos e leis, enfatizando os produtos da ciência em detrimento de seu processo de construção. Isso contribui para a formação de uma visão estereotipada e inflexível da disciplina, muitas vezes desvinculada de sua dimensão histórica, social e filosófica. Essa abordagem não apenas desmotiva os alunos, mas os distancia da compreensão do fazer científico e de sua relevância prática.

A ausência de uma perspectiva histórica e dinâmica na abordagem dos conteúdos compromete a formação do pensamento crítico e investigativo dos estudantes. Ao restringir a Física à memorização de fórmulas e à aplicação mecânica de procedimentos, o processo de ensino perde o potencial de estimular a curiosidade, a criatividade e a reflexão — competências essenciais para a formação de cidadãos capazes de interpretar e transformar a realidade em que vivem.

Assim, torna-se urgente repensar as práticas pedagógicas, valorizando o aspecto investigativo e contextual do conhecimento científico. A contextualização

histórica dos conceitos, a realização de experimentos práticos e a articulação com situações do cotidiano são caminhos possíveis para aproximar a Física da vivência dos alunos, tornando-a mais significativa, atrativa e transformadora.

No caso da educação básica, especialmente na Educação do Campo, esse desafio adquire contornos ainda mais específicos. A escola desempenha um papel fundamental na formação científica dos estudantes, e, como ressalta França (2019), é fundamental que ela proporcione situações que gerem conflito cognitivo, contrapondo os saberes prévios com o conhecimento científico, e que o professor aproveite essas experiências para estimular o pensamento investigativo.

É nessa perspectiva que se insere o presente trabalho, que visa à elaboração e à aplicação de uma proposta de ensino baseada na realidade cotidiana dos alunos da zona rural, considerando as práticas agrícolas desenvolvidas por suas famílias, com foco na introdução do conceito de força. A Educação do Campo, por sua vez, demanda uma abordagem pedagógica diferenciada, sensível às especificidades culturais, sociais e econômicas da população rural. A estrutura educacional, muitas vezes precarizada em relação à da zona urbana, e a rotina de trabalho compartilhada entre escola e lavoura pelos estudantes exigem práticas que integrem o saber científico ao saber popular.

A partir dos anos 1980, movimentos sociais como o MST e estudiosos como Caldart (2012) passaram a chamar atenção para as demandas da população camponesa por uma educação contextualizada, crítica e emancipatória. Segundo a autora:

“A Educação do Campo não nasceu como teoria educacional. Suas primeiras questões foram práticas. [...] Contudo, exatamente porque trata de práticas e de lutas contra-hegemônicas, ela exige teoria, e exige cada vez maior rigor de análise da realidade concreta, perspectiva de práxis.” (CALDART, 2012, p. 264)

A Educação do Campo, portanto, é uma prática social em constante construção histórica, marcada por lutas por direitos e por uma formação que contemple integralmente as necessidades dos povos do campo.

A questão norteadora deste trabalho é: Quais os impactos do estudo do conceito de força, tal como apresentado nos livros didáticos, quando articulado aos aspectos vivenciais das atividades agrícolas de alunos da Escola Senador Carvalho

Guimarães – Anexo Juçara, localizada na zona rural de Buriti Bravo (MA), no processo de ensino e aprendizagem?

A partir dessa indagação, define-se como objetivo geral: Investigar as potencialidades do ensino do conceito de força por meio da construção de uma máquina simples para a colheita de mandioca. Como objetivos específicos, destacam-se:

- Identificar tarefas cotidianas rurais dos alunos e de seus familiares que envolvam o conceito de força;
- Promover a internalização desse conceito físico por meio da utilização, pelos alunos, de uma ferramenta que contribua para a colheita da mandioca.

Este trabalho buscou articular saberes escolares e saberes da experiência, promovendo uma aprendizagem significativa, contextualizada e transformadora.

1 TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Considerando as características práticas do Produto Educacional, para nossa abordagem na seção 3 sobre o conceito de força tratado no presente trabalho, é importantíssimo uma reflexão a respeito da teoria de aprendizagem Histórico-Cultural de Vygotsky e como essa abordagem pode auxiliar nesse processo. Assim, nessa seção iremos tratar como essa teoria aplicada aos alunos que residem em regiões de Zona Rural poderá auxiliar de acordo com os aspectos da interação social na mediação ao utilizar instrumentos físicos e psicológicos ou signos.

1.1 Interação social e mediação

Lev Semionovich Vygotsky nasceu em Orsha, um pequeno povoado da Bielo-Rússia em 17 de novembro de 1896. Ao concluir a escola secundária, na cidade de Gomel, Vygotsky em seus estudos universitário fez direito, filosofia e história em Moscou a partir de 1912. Nascido no mesmo ano que Piaget, mas não tendo formação em psicologia, formulou uma das mais significativas obras que tratam do desenvolvimento mental.

Traçando um alelo entre Vygotsky e Piaget, notamos que a inclinação para as ciências biológicas por parte de Piaget denota uma diferença significativa entre os dois paradigmas do desenvolvimento mental, enquanto Piaget enfatiza as condições estruturalmente universais de origens biológicas do desenvolvimento, Vygotsky enfatiza os aspectos culturais da interação social e das condições históricas para o desenvolvimento mental.

Nos anos de 1924 a 1934, após retornar para Gomei, Vygotsky dedicou-se à educação lecionando Literatura e Psicologia. Após sucesso profissional em psicologia mudou-se para Moscou em 1924, onde tornou-se colaborador do Instituto de Psicologia entre os anos de 1924 e 1934, período esse, e com o apoio de colaboradores apaixonados, desenvolveu sua teoria histórico-cultural e faleceu precocemente acometido por uma tuberculose em 1934 aos 38 anos de idade.

O desenvolvimento cognitivo para Vygotsky, não decorre apenas de estruturas cognitivas biológicas onde não há inferência ao contexto social e cultural em que a criança está inserida, antes, esses processos superiores dependem das interações sociais, ou seja, não poderão ser desenvolvidos sem uma relação com as estruturas sociais e culturais estabelecidos num meio.

Influenciado por Marx, Vigotskii concluiu que as origens das formas superiores de comportamento consciente deveriam ser achadas nas relações sociais que o indivíduo mantém com o mundo exterior. Mas o homem não é apenas um produto de seu ambiente, é também um agente ativo no processo de criação deste meio (VYGOTSKY; LURIA; LEONTIEV, 2010, p. 25).

Essa ideia serve como crítica para com as teorias mais individualistas ou biologicistas do desenvolvimento cognitivo, que estão quase exclusivamente em termos de características do indivíduo (biociência do cérebro, biologia das partes do cérebro, processos mentais internos). Por outro lado, Vygotsky coloca as relações sociais – sociedade, troca, interação, prática cultural de controle – como a base do desenvolvimento destas funcionalidades superiores.

Mesmo reconhecendo a influência dos fatores históricos e culturais na construção do sujeito, Vygotsky também nota que o ser humano ao interagir com sua realidade social não se limita a reproduzir aquilo que lhe é impingido, mas ao contrário age de forma criativa, moldando a cultura e sociedade ao seu redor, por vezes revolucionando-a. Assim, este outro ponto de sua teoria é marcado pela compreensão dialética, em que o sujeito e o objeto, o indivíduo e a sociedade interagem de forma dinâmica e transformadora.

O entendimento do homem como um “agente ativo” impõe que a educação não deve ser meramente um mecanismo de “transmissão” de conhecimento, mas, sim, um processo de construção colaborativa dos saberes, em que educador e educando têm um papel ativo no processo de aprendizagem.

Vigotskii gostava de chamar este modo de estudo de psicologia “cultural”, “histórica” ou “instrumental”. Cada termo reflete um traço diferente da nova maneira de estudar a psicologia proposta por ele. Cada qual destaca fontes diferentes do mecanismo geral pelo qual a sociedade e a história social moldam a estrutura daquelas formas de atividade que distinguem o homem dos animais.(VYGOTSKY; LURIA; LEONTIEV, 2010, p. 26)

O termo “psicologia cultural” segundo Vygotsky é enfatizado o papel em que a cultura tem sobre a mente humana. Essas funções psicológicas superiores, assim como o pensamento e linguagem, não podem se desenvolver de forma isolada ou inata, mas de certa forma são moldadas pelas interações sociais dentro de determinado contexto cultural. A psicologia cultural explora como os processos mentais podem ser estruturados e influenciados pelos meios culturais (como a

linguagem, as normas sociais e as práticas educacionais) presentes em determinada sociedade.

Já o termo “psicologia histórica” enfatiza relações entre o desenvolvimento psicológico e o contexto histórico no qual indivíduo está inserido. Para ele os aspectos como a história social e cultural de um grupo de pessoas é um fator primordial para a formação das capacidades cognitivas e emocionais. Desta forma segundo ele, a psicologia não poderia estar separada da história, pois de certa forma o pensamento e o comportamento humano evolui em interações com os contextos históricos específicos no qual o indivíduo está inserido.

Para o “instrumental” infere-se ao fato de que o desenvolvimento humano é mediado por instrumento onde a linguagem é o mais importante desses instrumentos. Os mesmos são ferramentas utilizadas pelos seres humanos para se conectarem ao mundo, para ter uma compreensão da realidade e para organizar o pensamento, ou seja, são ferramentas mentais que facilitam as condições cognitivas humanas e a relação com o meio social.

Assim, segundo Vygotsky o elemento histórico e o cultural se relacionam numa espécie de fusão, onde os instrumentos que o homem se utiliza para dominar o meio em que vive e moldar seu comportamento não são advindos de uma divindade, mas sim de processos inventados e aprimorados ao longo da sua história social. E a linguagem segundo ele é a portadora histórica que transporta conceitos generalizados que são a fonte de conhecimento do homem (VYGOTSKY; LURIA; LEONTIEV, 2010).

Para essa relação entre as interações sociais e o desenvolvimento cognitivo na estrutura do desenvolvimento da mente, é necessária uma mediação dos instrumentos para que haja uma reestruturação interna advinda de um mecanismo externo proveniente de meios e relações históricas e sociais.

Para Vygotsky, um instrumento é um mecanismo que será mediador dos processos de aprendizagem e que podem ser classificados em dois tipos: Instrumentos físicos e instrumentos psicológicos ou signos.

Os instrumentos físicos são objetos reais e concretos que auxiliam a mediar à interação humana com o ambiente. Eles têm como função alcançar certos objetivos em atividades práticas, como exemplo, podemos citar uma pá, um carrinho de mão, um alicate etc.

Já instrumentos psicológicos ou signos são elementos apoiados em símbolos, como linguagem, números/símbolos que irão mediar às interações internas do

homem, auxiliando na maturação das funções psicológicas superiores como o pensamento e a memorização.

De acordo Vygotsky esses instrumentos são fundamentais para desenvolvimento cognitivo e ele classifica-os em dois grupos: os icônicos e os simbólicos.

Os icônicos são meios visuais semelhantes a objetos ou conceitos aos quais representam. São de certa forma, mediadores que facilitam a compreensão e a comunicação de ideias, apoiando-se em imagens ou desenhos. São importantíssimos no desenvolvimento cognitivo, especialmente em crianças no auxílio para a formação de conceitos na memorização. Como exemplo, o desenho de um carro pode ser usado de forma representativa do conceito de “carro” de forma mais objetiva do que a descrição verbal.

Instrumentos simbólicos são aqueles que possibilitam aos indivíduos internalizarem e processarem informações, de forma a facilitar o pensamento abstrato, a memorização e as condições para resolução de problemas. Ao contrário dos instrumentos físicos que regulam as ações sobre o ambiente externo, os simbólicos irão atuar na regulação de ações mentais psicológicas. Uma das características mais importantes desse instrumento está no fato de o indivíduo superar as condições cognitivas naturais de forma a elaborar atividades mais complexas e como instrumento central, usa-se a linguagem de forma a organizar o pensamento e regular o comportamento.

1.2 Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) aplicada ao problema estudado

Nas condições naturais o desenvolvimento em seus processos é creditado à capacidade de realizações de tarefas, ou seja, nas conquistas já consolidadas. A capacidade de uma criança na resolução de determinada problemática é indicada como pressuposto de suas potencialidades de desenvolvimento Miranda (2010).

Por outro lado, Vygotsky enfatiza que essas capacidades só demonstram o que ele chama de nível de desenvolvimento real, e não são suficientes para revelar o desenvolvimento do indivíduo em sua integralidade, pois não revelam suas verdadeiras possibilidades potenciais. Para isso, é importante entender o nível de desenvolvimento potencial, que representa a capacidade de uma pessoa em realizar tarefas com a ajuda de alguém mais experiente. É um momento em que habilidades

ainda estão se formando e podem ser aprimoradas com o apoio e a orientação de outra pessoa.

Essa aquisição de novas informações, mediadas pela interação com indivíduos mais experientes na realização de tarefas, é peça chave na teoria de Vygotsky ao demonstrar de forma explícita o nível de desenvolvimento potencial.

O benefício da interferência de outrem, no entanto, não é homogêneo. Isso significa que duas crianças não aprendem da mesma forma, já que a repercussão da mediação é distinta, conforme a história prévia de cada uma. Vygotsky defende a ideia de reconstrução e reelaboração de significados, ou seja, a criança reconstrói aqueles que lhes são transmitidos pelo grupo cultural. Essa constante recriação da cultura é a base do processo histórico, sempre em movimento. (MIRANDA, 2010, p. 12)

A mediação de alguém mais experiente é fundamental para o desenvolvimento, mas seu impacto depende muito da história de vida, do contexto cultural e das particularidades de cada criança. Cada uma aprende de maneira única, mostrando que o desenvolvimento não segue um caminho fixo ou igual para todos, mas é um processo vivo, cheio de singularidades e em constante transformação.

Miranda (2010) também chama a atenção para um ponto importante na visão de Vygotsky: a cultura não é algo fixo ou inalterável. Pelo contrário, ela está sempre sendo recriada através das interações e da participação ativa das pessoas. Cada geração traz novas interpretações e adaptações aos significados culturais, transformando-os de acordo com seu tempo. Essa capacidade de reinvenção é o que mantém a história em movimento, sempre se renovando.

Baseado nessas perspectivas Vygotsky apresenta uma nova abordagem ao qual chama de Zona de Desenvolvimento Proximal. A definição para essa abordagem é descrita por Miranda (2010) como: “a trajetória a ser percorrida para que as funções que estão em processo de “vir-a-ser” se tornem funções consolidadas no nível de desenvolvimento real”.

Esse conceito mostra que o desenvolvimento é um processo constante de mudanças e aprendizado. As habilidades e conhecimentos que estão em processo de “vir-a-ser” são aquelas que a criança está começando a construir e que, com a ajuda certa, podem se fortalecer e se tornar parte do que ela consegue fazer sozinha. Esse apoio pode vir de adultos, como professores e cuidadores, ou até mesmo de colegas mais experientes em certas áreas.

A ZDP nos mostra que o aprendizado não acontece de forma isolada, mas sempre em interação com o ambiente social e cultural. É nesse espaço que o apoio de alguém mais experiente se torna fundamental, ajudando a criança a enfrentar desafios e a desenvolver novas habilidades. Conforme essas habilidades em formação se fortalecem, elas passam a fazer parte do que a criança consegue realizar sozinha, abrindo caminho para a criação de novas ZDP's e dando continuidade a esse ciclo de crescimento e aprendizado.

Por isso, a ZDP não é apenas uma etapa no desenvolvimento, mas um conceito que destaca o potencial de aprendizado e a importância da troca social nesse processo. Ela nos lembra de que o aprendizado não só acompanha o desenvolvimento, mas também tem o poder de acelerá-lo, ampliando as capacidades cognitivas e sociais de cada indivíduo.

Então é imprescindível destacar que as atividades a serem elaboradas precisam apoiar-se no nível de desenvolvimento real, objetivando um nível de desenvolvimento potencial.

[...] o aprendizado orientado para os níveis de desenvolvimento que já foram atingidos é ineficaz do ponto de vista do desenvolvimento global da criança. Ele não se dirige para um novo estágio do processo de desenvolvimento, mas, ao invés disso, vai a reboque desse processo. (VYGOTSKY, 1991, p.60)

Para Vygotsky o aprendizado que se foca apenas no que a criança já sabe ou no que já alcançou, não é eficaz para seu crescimento como um todo. Em vez de ajudar a criança a avançar para um novo estágio de desenvolvimento, esse tipo de aprendizado apenas acompanha o que ela já é capaz de fazer, sem gerar mudanças significativas. Para ele, o aprendizado precisa ser um desafio, levando a criança além do que ela pode fazer sozinha e estimulando seu desenvolvimento para que ela adquira novas habilidades e capacidades.

Aqui vale ressaltar as condições de mediação que no processo escolar o professor é um dos principais mediadores, colocando-se entre o docente e o conhecimento.

Assim, nessa nossa abordagem, ao ensinar o conceito de força através da alavanca, o professor pode agir como um guia, utilizando essa ferramenta para tornar o aprendizado mais prático e fácil de entender. Para uma criança ou aluno que ainda não tem uma compreensão clara sobre força, a alavanca funciona como um exemplo

concreto e visual de como a força pode ser aplicada. Ao ver a alavanca sendo usada em atividades agrícolas (ressaltando o contexto histórico-cultural em que nossos alunos estão inseridos), o educando percebe como um pequeno esforço em um ponto da ferramenta pode gerar um grande efeito em outro, o que ajuda a esclarecer como a força funciona na prática.

Usando as alavancas, o professor pode explicar de maneira prática como a posição e o ponto de apoio da ferramenta influenciam o movimento dos objetos. Com isso, o professor auxiliará o aluno a aplicar esse conceito para resolver situações do dia a dia, como levantar um objeto pesado, por exemplo, em que, em condições naturais, seria impossível de erguê-lo. Esse tipo de aprendizado, de forma que o aluno é orientado passo a passo, permite que ele entenda e internalize o conceito de força de forma mais clara e eficaz.

É através da apropriação (internalização, reconstrução interna) dessas construções sócio-históricas e culturais, via interação social, que o indivíduo se desenvolve cognitivamente. Quanto mais ele se utiliza de signos e sistemas de signos, tanto mais vão se modificando, fundamentalmente, as operações mentais que é capaz. Da mesma forma, quanto mais instrumentos vai aprendendo a usar, mais se amplia a gama de atividades nas quais pode aplicar suas novas funções mentais (MOREIRA, 2011, p. 92).

Desta forma, acreditamos que o aluno ao utilizar a alavanca com a orientação do professor, ele começará a entender como manuseá-la para aplicar a força necessária, transformando a teoria em algo prático, essa atividade pode se assemelhar a uma brincadeira, onde o mecanismo (alavanca) toma um papel de brinquedo e que nas palavras de Vygotsky (1991, p. 66) define que, “(...) através do brinquedo, a criança atinge uma definição funcional de conceitos ou de objetos, e as palavras passam a se tornar parte de algo concreto”.

Esse novo conhecimento se torna parte de seu aprendizado, permitindo que, no futuro, o aluno consiga usar a alavanca por conta própria na resolução de outras atividades. Quando a ZDP é superada, o aluno passa a usar as alavancas com maior facilidade, consolidando seu entendimento sobre força.

2 O ENSINO DE CIÊNCIAS E A EDUCAÇÃO NO CAMPO

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), o ensino de Ciências Naturais não tem sido conduzido de forma apropriada e, nesse contexto, apresenta-se como um conteúdo de difícil compreensão nas escolas da educação básica no Brasil.

Segundo os PCN, “[...] o processo de ensino e aprendizagem na área de Ciências Naturais pode ser desenvolvido dentro de contextos social e culturalmente relevantes, que potencializam a aprendizagem significativa” (BRASIL, 1998, p. 28). Torna-se fundamental, portanto, promover uma interação entre o conhecimento científico e as condições culturais nas quais o estudante está inserido, considerando suas práticas e experiências vividas para favorecer o desenvolvimento cognitivo.

As bases que sustentam a Educação do Campo defendem que não deve haver separação entre os conteúdos ensinados em sala de aula e o contexto vivido pelos estudantes que residem em assentamentos rurais. Para isso, é essencial que o ensino de Ciências esteja pautado em estratégias que articulem o cotidiano dos alunos aos conteúdos escolares, valorizando seus aspectos socioculturais e conferindo maior significado à aprendizagem.

Silva (2019) ressalta que a Educação do Campo é uma temática recente, e que ainda são escassos os trabalhos acadêmicos que a abordam de forma substancial. Como agravante, quando se trata especificamente do ensino de Ciências na Educação do Campo, os estudos são ainda mais limitados. Souza (2008), ao realizar levantamento de produções acadêmicas entre os anos de 1987 e 2007, identificou um número expressivo de trabalhos voltados à temática da educação rural, mas não encontrou registros específicos sobre o ensino de Ciências nesse contexto.

Somente após a promulgação da Constituição Federal de 1988 é que se iniciou uma tratativa mais efetiva sobre a educação rural, “a qual trouxe o respeito às especificidades da educação rural e da LDBEN 9394/96, que a educação para o povo do campo encontra espaço para se desenvolver” (SILVA, 2019, p. 223). Ainda assim, muitos obstáculos precisaram ser superados, e foi apenas após intensa mobilização de movimentos sociais, como o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), no final da década de 1990, que os ideais de direito à educação para o homem

do campo começaram a ganhar força. A partir disso, instituições públicas, privadas e universidades passaram a abordar a temática com maior ênfase.

Em 1998, ocorreu a primeira Conferência Nacional “Por uma Educação Básica no Campo”, iniciativa liderada pelo MST, Universidade de Brasília (UnB) e UNICEF. “Esse movimento resultou na criação da Resolução nº 01/2002, que versa sobre as Diretrizes Operacionais para a Educação Básica nas Escolas do Campo, estabelecendo preceitos e critérios que orientam a organização dessas instituições” (SILVA, 2019, p. 224).

A Resolução nº 01/2002 configura-se como uma política pública voltada ao reconhecimento das especificidades do modo de vida no campo, bem como das condições singulares desses sujeitos. Seu objetivo é traçar estratégias que garantam às populações rurais o acesso à educação básica e profissionalizante. Importa destacar que essa luta não se limitou ao acesso à educação, mas buscou uma formação que considerasse o meio social e o contexto histórico-cultural das comunidades, conforme enfatiza Silva (2019).

Ao elaborarem seus projetos institucionais, as escolas do campo devem se orientar pelas Diretrizes Operacionais para a Educação Básica nas Escolas do Campo. Segundo o Art. 4º desse documento, o projeto pedagógico deve configurar-se como um espaço público dinâmico, voltado à vivência de experiências, à realização de investigações e ao desenvolvimento de estudos que, além de dialogarem com o mundo do trabalho, promovam o progresso social e econômico de forma justa e ambientalmente sustentável (BRASIL, 2002).

Destaca-se, nesse contexto, a cultura do homem do campo como elemento primordial para a construção de práticas educacionais que respeitem seu modo de vida. O Art. 2º da Resolução nº 01/2002 ancora-se nos saberes dos sujeitos do campo, afirmando que “[...] na memória coletiva que sinaliza futuros, na rede de ciência e tecnologia disponível na sociedade e nos movimentos sociais em defesa de projetos que associem as soluções exigidas por essas questões à qualidade social da vida coletiva no país” (BRASIL, 2002, p. 1).

Nessas condições, as escolas da Educação do Campo devem ser compreendidas como espaços de produção de conhecimento que priorizam os aspectos históricos e culturais das comunidades camponesas. A experiência do

estudante torna-se ponto de partida para a articulação entre teoria e prática, aproximando sua realidade dos objetivos do ensino e favorecendo a apropriação do conhecimento científico (LINDEMANN, 2010; MST, 1996, 2005).

Para Silva (2019), ao se pensar no ensino de Ciências em escolas do campo, é imprescindível considerar as dimensões sociais, culturais, políticas e econômicas das comunidades rurais. Isso, contudo, não significa que o conhecimento científico não seja difundido nesses espaços. É necessário estabelecer conexões entre a realidade dos estudantes e os conteúdos científicos, de modo que o processo pedagógico ganhe sentido e relevância.

3 FORÇA: EVOLUÇÃO DO CONCEITO

Ao tratarmos de um conceito científico, sobretudo no que se refere ao seu ensino e à construção de uma estrutura conceitual, é essencial considerarmos elementos que proporcionem subsídios para uma reflexão inicial. Nesse sentido, dois aspectos se destacam como fundamentais: a etimologia do termo “força” e sua utilização no senso comum.

De acordo com Radé (2011), as noções e a estrutura histórico-cultural do termo “força”, cujas raízes de significado foram moldadas ao longo do tempo por diferentes culturas, podem elucidar tanto sua evolução quanto as persistentes resistências advindas de concepções extracientíficas.

Nesse contexto, é importante que o professor esteja atento a essas condições iniciais ao abordar o conceito de força. A polissemia do termo — especialmente em seu uso cotidiano — pode estar fortemente enraizada nas estruturas cognitivas dos alunos, o que pode dificultar sua substituição pela concepção científica.

3.1 O termo “força” e sua etimologia

Conhecer a etimologia do termo “força” é essencial, uma vez que suas múltiplas variações de significado, nos mais diversos contextos e variações linguísticas, remetem a sentidos semelhantes fora do campo científico.

A palavra “força” tem origem no latim *fortia*, que significa “força” ou “poder”, estando relacionada a *fortis*, termo que denota “forte” ou “valente”. Ao longo das eras, “força” passou a representar, em português, tanto a ideia de poder quanto de vigor e resistência. Segundo Ernout e Meillet (1951) e Machado (1952), já na língua clássica, seu plural era empregado poeticamente para indicar atos de coragem e bravura.

Ainda conforme Ernout e Meillet (1951), *fortis* originalmente significava “frugal e bom” e “forte”, sendo usada para descrever tanto a força física quanto a força moral — como em *fortis equus* (cavalo forte) e *fortis familia* (família forte). O sentido de “corajoso” foi incorporado posteriormente, por influência do grego *ἀνδρείος* (*andreios*). Contudo, o significado de “forte” foi o que se consolidou nas línguas românicas.

O plural neutro *fortia* era usado poeticamente para designar “atos de força ou coragem” e, na linguagem eclesiástica, passou a significar “força”, como em *ne maiestas sua fortia perdat* (“para que sua majestade não perca sua força”).

A palavra fortis deu origem a diversos derivados e compostos, como fortiter (corajosamente), fortitūdō (coragem) e fortifico (fortificar), os quais foram preservados nas línguas românicas. Segundo o gramático romano Festus, formas como forctus e horctus são variações dialetais de fortis no latim, embora essas interpretações sejam hipotéticas e controversas. A raiz indo-europeia dher- — presente em firmus (firme) — sugere uma conotação de solidez e força robusta.

Ernout e Meillet também apontam possíveis conexões entre fortis e outras línguas indo-europeias, como o sânscrito dṛmhati ou o grego δράσσομαι, embora essas associações ainda careçam de consenso definitivo. A palavra fortis, portanto, exemplifica a riqueza e complexidade da língua latina, com suas múltiplas camadas de significados ao longo da história.

No uso cotidiano, especialmente na língua portuguesa, o termo “força” abarca uma variedade de significados. Conforme o Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa, Radé (2005, p. 42) elenca algumas dessas acepções extracientíficas:

Qualidade do que é forte; robustez, vigor físico, energia vital.

Violência ou coerção exercida sobre ou contra alguém.

Impulso ou incitamento exercido por algo desconhecido.

Poder, influência, eficácia.

Autoridade, domínio, poderio.

Vigor ou firmeza de espírito; resistência psicológica.

Causa inevitável.

Energia elétrica.

Parte majoritária de um grupo (ex: força do exército).

Grupamento de navios ou tropas (ex: força de desembarque).

Forças armadas (ex: força aérea).

Grupos influentes que atuam de modo velado (ex: forças ocultas).

Fenômenos naturais, como vento ou raios.

Apoio ou incentivo a algo (ex: dar força a um projeto).

Essas múltiplas concepções do termo, de caráter não científico, evidenciam a complexidade de ensinar o conceito científico de força. Segundo Radé (2005), apenas nos últimos três séculos, com a era newtoniana, o termo foi consolidado como uma designação científica. Isso revela os desafios que o professor enfrenta ao ensinar tal conceito no âmbito da educação básica.

3.2 A força e algumas de suas definições

Nesta seção, discutiremos algumas definições do termo “força” presentes em materiais didáticos destinados ao ensino médio e ao ensino superior, com o objetivo de evidenciar como o conceito se manifesta na linguagem científica.

No livro Física Clássica, volume I (Calçada & Sampaio, 2012), ao introduzirem o capítulo sobre as Leis de Newton, os autores optam por não definir imediatamente o conceito de força, argumentando que sua complexidade exige conhecimentos prévios para uma compreensão adequada:

"Newton enunciou sua Segunda Lei de forma muito complexa para quem está se iniciando no ensino da Dinâmica. Assim, é costume, por razões didáticas apresentar um enunciado simplificado dessa lei, e é o que faremos (no capítulo 20 apresentaremos o enunciado de Newton)." (CALÇADA & SAMPAIO, 2012, p. 210)

Após essa introdução, os autores apresentam uma formulação matemática simplificada: “Sendo F a resultante de todas as forças que atuam sobre um ponto material de massa m , temos: $F = m \cdot a$, em que a é a aceleração do ponto material.” (CALÇADA & SAMPAIO, 2012, p. 210)

No capítulo 20, os autores afirmam que Newton não definiu a força como simplesmente o produto da massa pela aceleração, como comumente aparece nos livros didáticos. Em vez disso, apontam certa ambiguidade no enunciado original de Newton e atribuem a forma atual da equação a Leonhard Euler:

“Mais tarde, o matemático suíço Leonhard Euler (1707–1783) aperfeiçoou o trabalho de Newton apresentando a Segunda Lei na forma: $F = \dots$ ” (CALÇADA & SAMPAIO, 2012, p. 420)

Essa forma é considerada mais geral, pois leva em conta a variação da quantidade de movimento, contemplando casos em que a massa de um corpo varia no tempo — como ocorre com foguetes, por exemplo.

Embora os autores tratem extensivamente da aplicação da Segunda Lei em termos matemáticos, não há uma discussão filosófica mais aprofundada sobre o conceito de força.

Já no livro Física 1 (Sears; Zemansky & Young, 1994), destinado ao ensino superior, os autores recorrem a exemplos cotidianos para introduzir o conceito:

“Quando se empurra ou se puxa um corpo, diz-se que se exerce uma força sobre ele.” Essa abordagem inicial permite tratar o conceito dentro da linguagem vetorial, exigindo a definição de direção e sentido para algumas grandezas. Posteriormente, os autores aprofundam:

“Força é um conceito central em toda a Física. Quando se empurra ou se puxa um corpo, exerce-se uma força sobre ele. As forças também podem ser exercidas por objetos inanimados: uma mola esticada exerce forças sobre os corpos que estiverem presos às suas extremidades; o ar comprimido exerce-a sobre as paredes do vaso que o contém; uma locomotiva, sobre o trem que ela puxa. A força cuja presença mais se nota na vida diária é a da ação da gravidade, exercida pela Terra em todos os corpos e chamada peso do corpo.” (SEARS; ZEMANSKY & YOUNG, 1994)

Essa abordagem aproxima o conceito do cotidiano do estudante, facilitando sua compreensão inicial. No entanto, ela também pode reforçar concepções intuitivas equivocadas, como a ideia de que força só existe quando há contato físico visível. Por isso, é fundamental que o professor utilize esses conhecimentos prévios como ponto de partida para uma construção gradual e mais formal da definição científica de força.

No volume 1 de Fundamentos de Física (Halliday, Resnick & Walker, 1996), o conceito é introduzido da seguinte maneira: “... Introduzir o conceito de força (empurrar ou puxar), em termos da aceleração fornecida a um corpo-padrão selecionado.” Essa definição inicial oferece base para discutir os princípios da mecânica clássica a partir de situações cotidianas.

Radé (2005) conclui que os estudantes, em geral, não são apresentados a uma definição conceitual clara do que é força. Em sua análise, as definições mais comuns são do tipo relacional — que tratam da relação entre grandezas — ou operacional — baseadas em procedimentos mensuráveis, como a utilização de um dinamômetro.

De modo geral, é possível e desejável que o professor parta do senso comum dos alunos como estratégia didática, utilizando essas noções iniciais para conduzi-los a uma compreensão sistematizada e científica do conceito de força.

3.3 Força na Grécia antiga

Nas estruturas dos pensamentos filosóficos mais remotos, especialmente na era pré-socrática, os primeiros filósofos naturalistas — como Tales de Mileto, Anaxímenes e Heráclito — buscavam um princípio único capaz de explicar a totalidade do mundo e sua diversidade. Surgia, assim, a ideia da natureza como uma

substância primordial, dotada de movimento próprio e não meramente um agregado de elementos inertes, sendo capaz de gerar os seres individuais.

Segundo Cruz (1985), Tales acreditava que a água era a matéria única e essencial, princípio gerador de todas as coisas, e que os constituintes da natureza encontravam-se em constante transformação, num movimento perpétuo, animado por uma espécie de “alma” — no grego, *ânima*. Assim, tudo estaria dotado de alma, ou seja, de movimento e transformação próprios.

Anaxímenes concebia a matéria como uma substância natural sujeita a processos cosmológicos de rarefação e condensação. O “vapor cósmico”, segundo ele, estava em movimento contínuo e dava origem às diversas substâncias naturais. Os movimentos convectivos, como denominava, eram responsáveis por distribuir substâncias menos densas para regiões mais afastadas do universo, resultando, por exemplo, na formação das estrelas.

Embora essas concepções fossem diversas e imaginativas, pouco contribuíam de forma sistemática para a formulação de um conceito de força. É com Aristóteles e sua física aristotélica que surge uma tentativa mais articulada de explicar os movimentos e as causas que os produzem, a partir do que denominou de “filosofia natural”.

Aristóteles (384–322 a.C.), discípulo de Platão, buscou responder, por meio de suas reflexões filosóficas, a diversas questões sobre os fenômenos naturais, como o movimento dos astros e as marés. Observando essas transformações, concluiu que o mundo encontrava-se em constante mudança.

Segundo Peduzzi (2011), os aristotélicos acreditavam que os corpos caíam em virtude de um movimento natural, orientado por uma ordem hierárquica e por um universo organizado. Para Aristóteles, não era possível dissociar a força das ações de empurrar e puxar, pois ela estava intrinsecamente ligada ao agente que a produzia. Em sua concepção, o que se move e aquilo que provoca o movimento deveriam estar em contato.

Cruz (2011) observa que Aristóteles não definiu um padrão exato para a força, mas associava-a ao peso dos materiais. Neste sentido, o peso era expressão da *physis* (força natural), distinta da força compulsória, que representava uma emanção de um corpo.

Se a física aristotélica abordava os fenômenos terrestres, como Aristóteles via os corpos celestes? Para ele, havia uma inteligência astral — uma alma que animava

os astros — responsável por seus movimentos. Esses corpos celestes seriam, portanto, incorruptíveis, simples, imutáveis e indestrutíveis.

Essas concepções perduraram por muitos séculos, com poucas modificações, como observa Cruz (2011), destacando que nem mesmo Aristóteles ousou promover mudanças significativas em certos princípios.

3.4 O conceito de força segundo Kepler

Neste tópico, destacamos a relevância de Johannes Kepler para a era moderna e sua contribuição significativa à construção do conceito científico de força. Com Kepler, inaugura-se uma nova etapa na formulação desse conceito, marcada por uma tentativa de quantificação matemática da força.

Em sua obra *Mysterium Cosmographicum*, Kepler ainda sustenta a concepção tradicional de força como uma alma que anima os corpos celestes e dirige seus movimentos. No entanto, como comenta Radé (2005), há indícios de uma nova concepção emergente, como quando Kepler afirma: “A Lua segue, ou melhor, é arrastada pela Terra onde e como esta se mova.” Tal afirmação sugere uma antecipação da ideia de força como algo emanado de um corpo central. Em passagens como essa, o termo “alma” (anima) parece funcionar mais como metáfora para expressar a imaterialidade do princípio que governa os movimentos celestes, embora Kepler ainda não disponha de um vocábulo específico para essa noção.

Em carta escrita em 1608 a David Fabricius, Kepler aborda as forças gravitacionais com uma linguagem inovadora. Refere-se à gravidade como “passividade” — não uma ação ativa, mas a disposição com que uma pedra é atraída pela Terra. Ressalta, ainda, que tanto a pedra se aproxima da Terra quanto a Terra se aproxima da pedra, destacando a natureza material da força e sua obediência a leis matemáticas.

Radé (2005) cita esse trecho da correspondência, observando que Kepler compara as forças de atração da Terra com linhas magnéticas ou correntes, e afirma que, para que a força seja exercida, é necessário um agente físico com extensão e capacidade de ação.

A força, assim, não surge do nada: ela requer um agente gerador e um meio de manifestação. Toda força tem uma origem, sempre associada a algo que possui

movimento ou capacidade de ação. Essa perspectiva abre caminho para reflexões mais profundas sobre a origem da energia e do movimento no universo.

Ao formular suas leis do movimento planetário, Kepler reforça a ideia de que a faculdade imaterial proveniente do Sol, responsável pelos movimentos dos planetas, era algo de natureza mecânica, distanciando-se das interpretações espirituais predominantes.

Na segunda edição do *Mysterium Cosmographicum* (1621), Kepler deixa clara essa transição: “Se você substituir a palavra ‘alma’ por ‘força’, tem o exato princípio no qual a física celeste, do tratado sobre Marte etc., está baseada.” Como ressalta Jammer (1999), Kepler foi o responsável por transformar o conceito de força de uma perspectiva platônica para uma abordagem relacional (RADÉ, 2005, p. 72).

Kepler trouxe, portanto, uma nova visão da força no universo. Deixou de vê-la como entidade mística e passou a concebê-la como interação concreta entre corpos, passível de medição e formalização matemática. Essa mudança foi essencial para os avanços da ciência moderna, permitindo que estudiosos como Newton formassem leis que descrevem com precisão os movimentos celestes.

Graças a essa transição, a física evoluiu de um saber pautado por interpretações filosóficas e metafísicas para uma ciência ancorada em rigor matemático e experimentação.

3.5 O conceito de força segundo Newton

Continuando apresentando a evolução do conceito de Força, destaca-se nesta sub-seção a contribuição do trabalho de Isaac Newton. Nascido em Woolsthorpe, uma cidade industrial inglesa situada em Lincolnshire, em 4 de janeiro de 1643.

Em sua obra *Philosophiae naturalis principia matemática*, publicado em 1687, Newton ao observar novas perspectivas, norteados por ideias diferentes do pensamento Aristotélico, descreveu os processos dinâmicos do movimento de um corpo vinculado com a medida de sua aceleração, ao invés de uma relação entre as trocas de velocidades entre dois corpos (POLITO, 2016).

Para Rocha (2002) um dos princípios fundamentais da gravitação universal, formulado por Isaac Newton, está na ideia central é que toda massa exerce atração sobre outra massa, independentemente da distância. Isso significa que tanto uma

maçã próxima à superfície da Terra quanto a Lua, que está muito mais distante, são atraídas pelo planeta.

Esse pensamento revolucionário permitiu que Newton explicasse não só a queda dos objetos, mas também o movimento dos planetas e a estabilidade do universo. A gravidade, afinal, é como um vínculo invisível que mantém tudo em ordem, da maçã que cai ao chão até a Lua girando ao redor da Terra.

O conceito de "força" (*vis*) aparece pela primeira vez no *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, na sua terceira definição. Originalmente escrita em latim, essa definição foi posteriormente traduzida para o português e o inglês, descrevendo a força inata da matéria como uma resistência natural dos corpos. Em outras palavras, cada objeto tende a permanecer no estado em que se encontra, seja em repouso ou em movimento constante em linha reta, conforme descrito por Jammer (1999).

Outro conceito fundamental da física formulado por Newton é a inércia descrita por ele como a tendência natural de um corpo de manter seu estado de movimento ou repouso, a menos que uma força externa atue sobre ele.

A inércia pode ser vista sob duas perspectivas: como resistência e como impulso. A resistência se manifesta quando um corpo se opõe à ação de uma força externa que tenta modificar seu estado. Isso se alinha diretamente com o conceito onde Newton postula em sua Primeira Lei que um corpo tende a permanecer em seu estado atual se nenhuma força externa for aplicada. Já o impulso ocorre quando a inércia influencia outro corpo, dificultando a ação de uma força impressa sobre ele, promovendo uma mudança no estado desse segundo corpo.

A lei da inércia, veio para confirmar as ideias de Galileu Galilei, que dedicou seus estudos ao movimento dos pêndulos e à queda dos corpos. Ao ser formulada, ela representou uma verdadeira revolução no entendimento clássico sobre o comportamento dos objetos em movimento.

Já na sua definição IV do *Principia*, Newton fazendo um comparativo com a "força inata" (inércia) ele começa a definir "força impressa" da seguinte maneira: "uma força impressa, é uma ação exercida sobre um corpo, de modo a mudar seu estado físico ou de repouso ou de movimento uniforme sobre uma linha reta" (RADÉ, 2005 p. 79).

Atualmente conhecida como a segunda Lei de Newton, essa definição é atribuída por uma equação ao descrever a relação entre a massa constante de um corpo (m), a aceleração adquirida (a) pela força nele aplicada (F).

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

Onde:

- $\vec{F}$ é o vetor força, que representa a intensidade e a direção da força aplicada.
- m é a massa do corpo em quilogramas (kg).
- $\vec{a}$ é o vetor aceleração, que indica a variação da velocidade ao longo do tempo.

Assim, essas noções de força na visão Newtoniana podem ser identificadas em dois aspectos: a força compreendida de maneira intuitiva, em analogia à força muscular humana, e a força como agente responsável pela aceleração e apresenta um aspecto dual, atuando em pares de ação e reação, podendo, em alguns casos, ocorrer à distância. Sendo uma grandeza vetorial, pode ser composta de acordo com a regra do paralelogramo quando há duas forças atuando simultaneamente sobre um objeto.

No contexto da física clássica, a força também pode ser definida como a taxa de variação do momento, conforme estabelecido na Segunda Lei de Newton. Já a força gravitacional, por sua vez, tem uma origem externa à matéria e influencia o movimento dos corpos em sua interação com o espaço.

3.6 O conceito de força atualmente

Segundo Jammer (1999), o surgimento da mecânica de Newton e suas interpretações, alcançou uma máxima dominante sobre o que diz respeito ao conceito. Para esse autor, o conceito de força newtoniano ao se retirar suas associações extra-científicas, perde sua essência mostrando-se algo vazio.

A concepção de força de Hertz “como um meio termo entre dois movimentos” era, de fato, o ponto de partida de Kepler. Jammer coloca que a história da física mostra claramente que a introdução do conceito de força levou a uma unificação metodológica do esquema conceitual da ciência. Ainda, desde que a razão de ser de um conceito científico e sua importância residem na função metodológica que ele desempenha, o conceito de força na física clássica não é simplesmente uma quimera. Ao contrário, o conceito de força representou um papel altamente construtivo no avanço da ciência e, por conseguinte, é inteiramente justificada sua existência (Radé 2005, p. 94).

É possível observar que, mesmo com novas ideias sobre o conceito de força há uma relevância significativa no conceito de Newton, pois a construção do modelo atual e o avanço da ciência historicamente se devem significativamente aos seus esforços. Outra observação de Jammer é que a construção do conceito de energia está relacionado ao conceito de força.

Além disso, a força é vista como qualquer condição capaz de gerar movimento, mas quando várias forças atuam juntas e se equilibram, o movimento pode não acontecer. Isso é fundamental para compreender a estática, que não se preocupa com o deslocamento das forças, mas sim com a maneira como elas se organizam para manter o equilíbrio.

Nesse sentido, a noção de força continua essencial na física moderna, permitindo uma compreensão mais ampla e aplicável dos fenômenos naturais. Jammer (1999) também destaca que a mecânica quântica ainda se apoia em alguns fundamentos da dinâmica clássica, e por não ter um conjunto conceitual totalmente autônomo, do ponto de vista lógico e metodológico, não é possível esperar que ela traga uma transformação na forma como a força é concebida na física clássica, mas sua abordagem pode trazer reflexões valiosas sobre esses fenômenos.

Um dos aspectos fascinantes da física nuclear é a existência de forças de curto alcance, que são totalmente diferentes da gravidade e do eletromagnetismo. Enquanto essas duas atuam a grandes distâncias como a atração gravitacional entre planetas ou a interação entre cargas elétricas, as forças nucleares funcionam de outra maneira. Essas forças são essenciais para garantir a estabilidade dos núcleos atômicos. A força forte mantém os prótons e nêutrons unidos dentro do núcleo, impedindo que ele se desfaça, enquanto a força fraca está ligada a processos como o decaimento radioativo. Ao contrário da gravidade e do eletromagnetismo, que podem influenciar corpos a enormes distâncias, essas forças nucleares atuam apenas dentro do núcleo do átomo, tornando-se invisíveis fora desse pequeno espaço.

Segundo Radé (2005), cada vez mais especialistas acreditam que algumas forças dentro do núcleo não atuam isoladamente, mas sim como "forças multi-corpos", ou seja, interações que mudam dependendo da presença de outras partículas ao redor.

Aqui um novo conceito é evidenciado no que diz respeito a relatividade geral o de "partícula livre", que nasce na condição de uma partícula movendo-se livre seguindo naturalmente uma trajetória geodésica, que é definida por uma equação

matemática específica. Em outras palavras, seu movimento ocorre de maneira espontânea e sem influência externa, guiado apenas pela geometria do espaço ao seu redor, Radé (2005).

Na ciência moderna, especialmente na Mecânica Quântica e na Teoria da Relatividade, o foco vai além do conceito tradicional de força, dando maior destaque à energia, ao momento e ao potencial. Esses elementos são essenciais para entender como os fenômenos físicos ocorrem, revelando novas formas de interpretar o funcionamento do universo.

Numa conclusão Radé (2005, p. 98) destaca que: “a aceleração não é, em geral, codirecional à força e à ação a distância não é instantânea, mas propaga-se limitada pela velocidade da luz. Força como o desvio do corpo de seu percurso natural (geodésica) no espaço-tempo, na Relatividade Geral”.

Essa visão transforma completamente a forma como entendemos a gravidade. Em vez de ser uma força tradicional que age entre os corpos, ela passa a ser vista como um efeito natural da curvatura do espaço-tempo. Isso significa que os objetos não são simplesmente puxados uns pelos outros, mas seguem caminhos moldados pela própria estrutura do universo.

4 PERCURSO METODOLÓGICO: UMA ABORDAGEM HISTÓTICO-CULTURAL

A experimentação é uma parte fundamental do ensino de Física, pois permite que os alunos vivenciem na prática o que aprendem na teoria. Ao realizar experimentos, eles desenvolvem habilidades, testam hipóteses e compreendem os conceitos de maneira mais concreta e envolvente, tornando o aprendizado mais dinâmico e significativo.

Uma abordagem prática do conceito de força possibilita ensinar e destacar o fenômeno observado, proporcionando uma interação direta do estudante com a relação conceitual. Além disso, as relações sociais e culturais do estudante podem ser uma ferramenta poderosa nessa abordagem.

Nesse sentido, planejou-se uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) que é uma estratégia educacional utilizada para estimular a curiosidade e o pensamento crítico dos estudantes por meio da exploração e experimentação. Esta metodologia permite modificar o conceito de ensinar apenas transmitindo conteúdos de maneira unicamente expositiva, nela os estudantes são incentivados a investigar problemas contextualizados, formular hipóteses, conduzir experimentos e interpretar resultados, favorecendo a construção ativa do conhecimento.

Com esses procedimentos pode-se desenvolver atividades práticas, estudos teóricos e demonstrações investigativas. O objetivo é tornar o processo de aprendizagem mais dinâmico e envolvente, fomentando maior autonomia dos alunos e fortalecendo a relação entre teoria e prática.

Nesta proposta de SEI foram utilizados os princípios de alavanca, possibilitando aos alunos observar sua aplicação e associarem ao conceito de força.

4.1 O que é uma alavanca?

A alavanca é um mecanismo simples e permite realizar tarefas desgastantes com facilidade. Esse dispositivo possibilita mover ou levantar objetos com menos esforço, tornando o trabalho mais eficiente. O princípio de funcionamento é relativamente simples, pois necessita-se de um ponto de apoio e duas forças opostas, sendo uma aplicada para gerar o movimento e outra que representa a resistência do objeto. Esse princípio está presente em ferramentas do dia a dia, como tesouras e

gangorras, mas também no próprio corpo humano, ajudando nos movimentos dos braços e pernas.

Pode-se definir a alavanca como uma máquina simples, podendo ser classificada em três diferentes tipos:

Alavanca Interfixa (Primeira Classe) – O ponto de apoio está entre a força aplicada e a resistência. Exemplo: tesouras, gangorra.

Alavanca Inter-resistente (Segunda Classe) – A resistência está entre o ponto de apoio e a força aplicada. Exemplo: carrinho de mão, quebra-nozes.

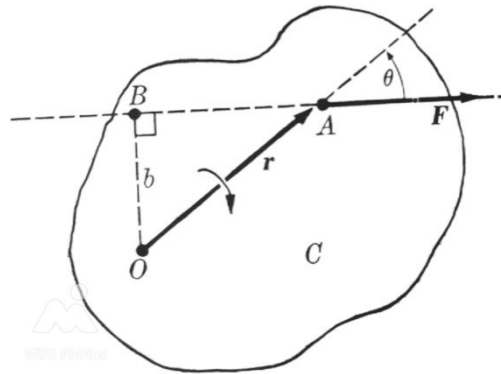
Alavanca Interpotente (Terceira Classe) – A força aplicada está entre o ponto de apoio e a resistência. Exemplo: pinça, braço humano ao levantar um objeto.

Esta classificação das alavancas fundamenta-se pela definição da localização do ponto de apoio em relação a força aplicada e a resistência do objeto que deseja-se mover. Essas configurações influenciam a eficiência do movimento, tornando algumas alavancas ideais para reduzir o esforço, enquanto outras ajudam a aumentar a precisão e a velocidade da ação. As alavancas são encontradas em diversas situações do cotidiano, desde ferramentas simples até estruturas mecânicas mais complexas.

Considerando o contexto histórico da evolução dos conceitos da Física, pode-se dizer que as primeiras relações entre forças e alavancas foram descritas por Arquimedes, um importante matemático grego (287 – 212 a.C). Conhecido por sua capacidade de desenvolver instrumentos mecânicos, como o famoso “parafuso de Arquimedes”, utilizado para transportar líquidos ou objetos granulados de níveis mais baixos até níveis mais altos. Os autores Cardoso, Freire e Mendes Filho (2006), relatam a interpretação de Arquimedes para as condições existentes nas alavancas, citadas como “Lei de Equilíbrio de uma Alavanca”.

Considere uma força $\mathbf{F}$ atuando sobre um corpo $\mathbf{C}$ capaz de girá-lo em torno de um ponto $\mathbf{O}$, como mostra a Figura 1, quando sua linha de ação não passa por $\mathbf{O}$. A experiência quotidiana mostra a eficiência da força $\mathbf{F}$ para produzir uma rotação, aumenta com a distância, $b = OB$ (denominado de braço de alavanca), orientada do ponto $\mathbf{O}$ à linha de aplicação da força $\mathbf{F}$. Como exemplo pode-se aplicar essa situação ao ato de abrir uma porta, onde verifica-se que a força deve ser aplicada mais distante da dobradiça, em uma orientação perpendicular ao plano da porta.

Figura 1: Momento de uma força



Fonte: Alonso e Finn (2011)

A grandeza Física associada a esse efeito é denominada torque (τ) ou Momento de uma força, representada pela seguinte expressão matemática:

$$\tau = F b \quad (2),$$

ou torque = força x braço de alavanca. O momento de uma força deve ser expresso, dimensionalmente, pelo produto de uma unidade de força por uma unidade de comprimento. Logo, no sistema (SI), o momento de uma força, ou torque (τ), é expresso por newton x metro ou N.m.

Observe na Figura 1 que $b = r \sin(\theta)$, então podemos escrever a equação (2) como:

$$\tau = F r \sin(\theta) \quad (3).$$

A equação (3) indica que o momento de uma força pode ser considerada por uma grandeza vetorial representada pelo produto vetorial,

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} \quad (4),$$

onde $\vec{r}$ é o vetor posição, em relação ao ponto **O**, do ponto de aplicação **A** da força.

Considerando as propriedades do produto vetorial, o momento de uma força, ou torque, é representado por um vetor perpendicular tanto a $\vec{r}$ quanto a $\vec{F}$, ou seja, o momento de uma força é perpendicular ao um plano paralelo a $\vec{r}$ e a $\vec{F}$, e com sentido dado pela regra da mão direita, como mostrado na Figura 2.

Nesse sentido, iremos escrever os vetores $\vec{r}$ e $\vec{F}$, em termos de suas componentes temos: $\vec{r} = ix + jy + kz$ e $\vec{F} = iF_x + jF_y + kF_z$; e resolvendo o produto vetorial teremos:

$$\vec{\tau} = \begin{bmatrix} i & j & k \\ x & y & z \\ F_x & F_y & F_z \end{bmatrix} = i(yF_z - zF_y) + j(zF_x - xF_z) + k(xF_y - yF_x) \quad (5),$$

Considerando que os vetores $\vec{r}$ e $\vec{F}$ estão no plano **XY**, $z = 0$ e $F_z = 0$; então

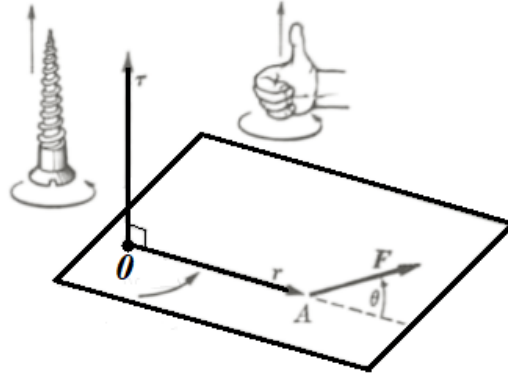
$$\vec{\tau} = k(xF_y - yF_x) \quad (6),$$

Será paralelo ao eixo z, com módulo igual a,

$$\tau = xF_y - yF_x \quad (7).$$

Nesse caso, o momento de uma força não varia quando a deslocamos ao longo de sua linha de ação, porque a distância **b** permanece constante. Então, quando x e y arbitrários, a equação (7) representa a linha de ação da força aplicada, cujo momento de uma força é τ .

Figura 2: Relação vetorial entre momento de uma força e o vetor posição



Fonte: Alonso e Finn (2011)

Na maioria dos livros didáticos essa relação tem a seguinte expressão matemática:

$$\vec{F}_1 d_1 = \vec{F}_2 d_2 \quad (8).$$

Com as variáveis definidas por: $\vec{F}_1$ é a força potente; d_1 é a distância da força potente ao ponto de apoio; $\vec{F}_2$ é a força resistente; d_2 é a distância da força resistente ao ponto de apoio.

Neste trabalho, foi utilizada uma alavanca interfixa, confeccionadas com materiais resistentes de forma a auxiliar a extração de raízes da mandioca, seu detalhamento será descrito nos próximos tópicos.

4.2 A alavanca para extração da mandioca.

Considerando a aplicação da alavanca proposta, na extração da mandioca, suas características devem ser do tipo interfixa. Além disso, deve-se observar o contexto histórico/cultural dos estudantes, que será descrito em outra seção, essas informações também fomentaram o desenvolvimento da ferramenta, estes aspectos possibilitaram conectar os conhecimentos prévios dos alunos com uma aplicação prática da Física.

Figura 3: Alavanca interfixa produzida



Fonte: Autoria própria

A atividade de extração da mandioca na comunidade, na qual os alunos estão inseridos, é feita de forma manual, o que demanda um enorme esforço dos pequenos agricultores e podendo trazer prejuízos à saúde dos mesmos, no processo de arrancar as raízes são executados movimentos que podem danificar a coluna vertebral.

Nesse contexto, surgiu a ideia de elaborar uma alavanca para facilitar esse processo, além de minimizar possíveis danos a saúde dos agricultores. Considerando o aspecto pedagógico, essa ferramenta serviu como recurso instrucional para ensinar o conceito de força, possibilitando ainda conectar a cultura local e ampliando o

conhecimento dos estudantes, pois considerando as ideias de Vygotsky, essa ferramenta auxilia na mediação e interação humana com o ambiente, facilitando o aprendizado do conceito.

Veja o equipamento funcionando no link abaixo:

<https://drive.google.com/file/d/1OZw8HngGFjG8A8Z9xhOBGuAgsPM09yQO/view?usp=sharing>

4.3 Planejamento e desenvolvimento da SEI

Neste tópico abordaremos as etapas do desenvolvimento da SEI apresentando o local e os participantes da pesquisa, bem como as etapas que seguimos ao longo dela. Essa abordagem é fundamental para dar sentido ao processo investigativo, tornando mais clara a forma como as estratégias pedagógicas são aplicadas. Além disso, ao definir quem são os participantes da pesquisa, é possível entender melhor o perfil dos alunos e o contexto em que a proposta didática foi desenvolvida, permitindo uma análise mais rica e detalhada dos resultados alcançados.

Em continuidade, detalhamos também o planejamento e a execução das atividades elaboradas com a teoria de que a experimentação como meio voltado para o ensino é de suma importância para as aulas de física.

A exposição das etapas permitirá ao leitor acompanhar, de forma estruturada e fluida, todo o percurso didático adotado, desde a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos até a realização das aulas experimentais e das atividades propostas, garantindo uma compreensão clara e sequencial do processo de ensino.

4.3.1 Participantes da SEI

A pesquisa na Escola Municipal Ministro Mário Andreazza que está situada no Povoado Juçara, zona rural do município de Buriti Bravo, a aproximadamente 526 km da capital, São Luís/Maranhão. Foi inaugurada em sete de junho de 1969 com o objetivo de garantir o acesso, a permanência e promover uma educação de qualidade para as crianças e jovens da comunidade Juçara e das comunidades vizinhas.

No ano de 2007, a escola passou por uma nova ampliação do espaço onde foram construídos dois banheiros, a uma cantina e uma nova secretaria. Nesse

período foi detectada a necessidade da demanda do Ensino Médio no povoado. Depois de várias mobilizações da comunidade, o então prefeito Nonato Pereira levou a demanda para o governador Jacson Lago, que reunindo-se com seu secretariado, resolveram implementar o Centro de Ensino Professora Zuleica Santos/Anexo Juçara no prédio da escola municipal.

O povoado Juçara passou assim a ser beneficiando também com a modalidade ensino médio no turno noturno. Na forma de anexo, destaca-se que o prédio da Escola Municipal Ministro Mário Andreazza apenas abriga esta modalidade que é de responsabilidade do poder público estadual em parceria com o poder municipal. No ano de 2024, em virtude da Escola sede Zuleica Santos passar a funcionar em tempo integral, o Anexo Juçara passou a ser considerada como pertencente à escola-sede, o Centro de Ensino Carvalho Guimarães, assumindo, assim, a denominação de Centro de Ensino Senador Carvalho Guimarães — Anexo Juçara.

Os alunos escolhidos para a pesquisa foram de uma turma da 2ª série do Ensino Médio em virtude de já terem visto o conceito de força de forma tradicional sem experimentação. A turma em questão possui 18 alunos, em que alguns moram no povoado e outros em povoados vizinhos. Com essa perspectiva a pluralidade de regiões a qual os alunos pertencem nos fornecem uma variável ainda mais interessante para nossa análise.

Os estudantes no início da pesquisa tinham entre 16 e 17 anos e suas participações foram bastante significativa para o bom resultado da pesquisa, vale salientar que os mesmos não mediram esforços para a montagem, e execução do equipamento, participando de aulas aos sábados e até mesmo em feriados como a sexta-feira da paixão (data onde se comemora a paixão de Cristo pela comunidade Cristã, algo profundamente enraizado na cultura local) o que não é comum no povoado, pois nesse dia todos se sensibilizam com a data e não realizam nenhuma atividade, mesmo assim, todos estavam presentes.

4.3.2 Etapas da SEI

Como uma abordagem investigativa a princípio foi essencial entender o que os alunos compreendiam sobre o assunto, e para isso uma problematização foi o ponto de partida para instiga-los a pensar. Já no primeiro encontro foi realizada a aplicação de um questionário que aborda algumas perguntas relacionadas ao cotidiano dos

alunos e seus familiares em suas tarefas domésticas/agrícolas, bem como o que eles compreendem sobre o conceito de força.

Após a aplicação do questionário uma breve conversa foi realizada sobre ideias para melhorar a vida do homem no campo a fim de incentivá-los a imaginar novas tecnologias usando os conceitos físicos para esse fim. Após uma breve discussão e sobre orientação do professor a ideia de uma alavanca para realizar a extração da mandioca foi abordada.

Assim iniciou-se o processo de fabricação do equipamento sobre supervisão do professor, onde foram precisas habilidades manuais para corte e soldagem dos equipamentos que estão descritos no produto educacional que acompanha essa dissertação, ficando a cargo dos alunos apenas a montagem de partes pequenas. Esse processo foi o mais longo do projeto, pois foram precisos alguns dias para montá-lo.

No segundo momento já com as peças devidamente soldadas os alunos começaram a montar cada peça de forma a compreenderem as respectivas funções no equipamento. Na primeira aula os alunos serão desafiados a montar o equipamento para o desenvolvimento de atividades manuais e interação com o equipamento.

Na segunda aula do segundo momento, houve a proposta de uma atividade

Figura 4: Montagem da alavanca pelos alunos



Fonte: Autoria própria

lúdica para interação dos alunos em equipe para aprender a manusear a alavanca de forma a levantar hipóteses sobre o fenômeno observado. Proposto pelo professor os alunos precisaram encontrar o ponto de equilíbrio da alavanca como mostra a Figura 5.

Figura 5: Como encontrar o ponto de equilíbrio da alavanca.



Fonte: Autoria própria

Após encontrar o ponto de equilíbrio proposto pelo professor, alunos com massas diferentes subiram no braço da alavanca de forma que eles notassem o que estava acontecendo como descrito na Figura 6.

Figura 6: Discussão sobre o efeito da massa na alavanca.



Fonte: Autoria própria

Após a observação, novamente o professor propôs que o ponto de equilíbrio fosse alterado e dessa vez o aluno com menos massa ficou posicionado no braço mais distante do ponto de apoio como mostra a figura 7. Novamente foi sugerido que observassem o fenômeno e levantassem hipóteses sobre o ocorrido.

Figura 7: Estudo da relação entre massa e distância ao ponto de equilíbrio.



Fonte: Autoria própria

Esta atividade de interação entre os alunos de forma prática e descontraída como ressalta Vygotsky, é semelhante ao ato de brincar e manusear um brinquedo o que segundo ele a criança atinge uma definição funcional de um conceito. Após a aula os alunos puderam responder o terceiro questionário proposto no produto educacional que acompanha essa dissertação.

Alguns minutos da aula do segundo momento disponível no link: <https://drive.google.com/file/d/1JesG303TaOPEhJwfqd87YWaJRb0Rhqkx/view?usp=sharing>

No terceiro momento a alavanca foi testada pelos alunos e pelo vigia da escola que é também trabalhador rural nas horas vagas, o que foi de grande importância para os alunos observarem as impressões dele ao utilizar o equipamento.

Figura 8: Teste do uso da alavanca na colheita de mandioca



Fonte: Autoria própria

Após o teste da alavanca o nosso colaborador e o aluno descritos na figura 8 repassaram aos alunos as impressões ao utilizarem o equipamento. Após sugerimos ao aluno que tentasse arrancar outras raízes de forma manual sem a utilização da alavanca como descrito na figura 9.

Figura 9: Colhendo a mandioca de forma manual



Fonte: Autoria própria

Essa atividade foi importante para que o aluno pudesse perceber as impressões com relação as duas formas de colheita da mandioca, e assim repassasse para os colegas essas impressões.

No último encontro após todas essas atividades os alunos responderam o questionário final proposto na última parte do produto educacional proposto.

Essas atividades forma importantes para consolidação do conteúdo abordado, principalmente no que diz respeito à construção conceitual de força ao utilizar uma máquina simples, voltada para uma atividade prática que está diretamente ligada ao contexto cultural dos estudantes nas comunidades onde vivem.

Abaixo temos a tabela que retrata a estrutura da SEI:

Tabela 1: Etapas da SEI

ETAPAS	CONTEÚDO	METODOLOGIA	Nº DE AULAS
ETAPA 1	Força (dados iniciais)	Questionário diagnóstico	1
ETAPA 2	Força e alavancas	Demonstração e atividade investigativa	2
ETAPA 3	Aula de campo: Solucionando o problema (colheita de mandioca)	Debatendo hipóteses	1
ETAPA 4	Coleta dos dados finais	Questionário final	1
TOTAL DE AULAS			5

Fonte: autoria própria

5 ANÁLISE DOS DADOS

A análise e interpretação dos dados é uma etapa essencial da pesquisa, pois é nesse momento que buscamos entender, de forma sensível e fundamentada, como os alunos vivenciaram e se desenvolveram ao longo das atividades propostas. Mais do que números ou estatísticas, o que se procura aqui são sinais de aprendizado: expressões, reflexões, dúvidas, construções e reconstruções de conhecimento. A partir das observações feitas em sala, dos registros escritos e das interações entre os estudantes, reunimos informações que, analisadas com cuidado e responsabilidade, nos ajudam a traçar um retrato mais humano e real da aprendizagem.

Essa análise é feita com olhar atento e criterioso, respeitando os objetivos definidos desde o início do estudo e sustentada por uma base teórica sólida. Mas vai além de um procedimento técnico. Ela nos permite acompanhar o caminho trilhado pelos alunos, suas descobertas, dificuldades, estratégias e avanços ao lidarem com o conceito de força, especialmente quando colocado em um contexto próximo de sua realidade: o uso de uma alavanca para a extração de mandioca, prática comum em comunidades rurais.

Esse recorte do cotidiano funciona como uma ponte entre o conhecimento científico e a experiência vivida, tornando o aprendizado mais concreto e significativo. Através dessa vivência, os alunos não apenas entendem um conceito físico, mas o sentem na prática percebem o esforço necessário, observam o papel do ponto de apoio, comparam diferentes formas de aplicar força e refletem sobre o que pode facilitar ou dificultar o processo.

Durante a análise dos dados, nosso olhar não se volta apenas para o que foi certo ou errado. O mais importante são os caminhos percorridos: os raciocínios que surgem, as hipóteses levantadas, as dúvidas que provocam reflexão e os momentos em que o entendimento se transforma. Esses detalhes revelam muito sobre como o aluno pensa, aprende e conecta o conteúdo escolar ao mundo que o cerca.

Além de gerar conhecimento sobre o processo de aprendizagem, essa análise também é uma poderosa aliada na melhoria das práticas pedagógicas. Com base nas evidências obtidas, o professor pode ajustar sua abordagem, tornar as aulas mais próximas da realidade dos alunos e mais alinhadas às suas necessidades e saberes prévios. Assim, a análise dos dados se torna um processo vivo, que não apenas

avalia, mas também transforma, contribuindo para um ensino de Ciências mais humano, inclusivo e significativo.

A análise dos dados foi guiada pela metodologia de análise de conteúdo proposta por Laurence Bardin (2016), uma abordagem qualitativa que se mostrou especialmente sensível para captar o que está por trás das palavras dos alunos seus sentidos, experiências, descobertas e até mesmo suas dúvidas. Mais do que organizar informações, essa metodologia nos ajudou a enxergar o que os estudantes realmente estavam aprendendo, sentindo e construindo ao longo das atividades.

Os dados foram coletados por meio de atividades escritas de caráter subjetivo, que convidaram os alunos a colocarem no papel suas percepções e interpretações sobre o conceito de força, tendo como ponto de partida uma situação muito próxima da sua realidade: o uso de uma alavanca feita com materiais simples, utilizada para extrair mandioca do solo. Esse contexto, tão familiar a muitos, abriu espaço para que os estudantes se sentissem à vontade para se expressar com autenticidade, sem o receio de errar ou responder “do jeito certo”.

Ao longo do experimento, as atividades foram aplicadas em diferentes momentos, o que permitiu acompanhar o desenvolvimento do pensamento dos alunos. Foi possível observar como suas ideias iniciais iam se transformando com o tempo, como passavam a utilizar novas palavras, formular explicações mais completas e relacionar o que viam na prática com os conceitos aprendidos em sala. Não se tratava apenas de verificar se haviam compreendido o conteúdo, mas de entender *como* essa compreensão se dava, quais estratégias usavam, o que os confundia e o que os ajudava a avançar.

Essa forma de olhar para os dados trouxe à tona uma riqueza de informações que talvez passasse despercebida em uma análise mais superficial. Revelou, por exemplo, como a vivência prática com a alavanca ajudava a tornar mais claro o que antes era apenas uma teoria distante, e como o contato com algo do cotidiano ajudava os alunos a fazer conexões entre o conhecimento científico e suas próprias vivências familiares e culturais.

Nesse sentido, a análise dos dados não serviu apenas para avaliar a aprendizagem, mas também para reconhecer e valorizar os alunos como sujeitos ativos, que pensam, questionam, criam e aprendem de forma única. Ela reforça a importância de metodologias que acolham essas vozes, respeitem os contextos de

vida de cada estudante e tornem o ensino mais humano, mais próximo e, acima de tudo, mais significativo.

As atividades foram estruturadas em três momentos e o tempo de duração de cada momento estão descritos no Produto Educacional em anexo:

- I- **Força e alavancas:** nesta etapa, buscou-se avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre os fundamentos do conceito de força aplicadas em ferramentas usados nas atividades agrícolas manuais. Essa atividade serviu como base diagnóstica para verificar o nível inicial de compreensão dos participantes.
- II- **Testando o funcionamento da alavanca:** Investigação sobre como os alunos compreendem as relações sobre o comportamento de uma alavanca interfixa.
- III- **Alavanca e colheita de mandioca:** Essa atividade foi realizada numa lavoura de mandioca, ela serviu como base para testar se os alunos compreenderam como a alavanca pode facilitar no processo de colheita das raízes de mandioca.

A tabela a seguir, nos mostra as três categorias principais para nossa análise de conteúdo.

Tabela 2: Categoria e suas descrições

Categoria	Descrição
Concepção inicial sobre força e alavancas	Explorar o conhecimento prévio dos alunos sobre a aplicação do conceito de força em ferramentas agrícolas manuais, identificando percepções e representações espontâneas antes da experimentação prática.
Experimentação e análise funcional da alavanca	Investigar como os alunos compreendem o princípio da alavanca interfixa por meio de testes práticos, observando relações entre força, ponto de apoio e braço da alavanca na execução de atividades.
Aplicação prática da alavanca na colheita	Examinar a eficácia do uso da alavanca em uma situação real de colheita da mandioca, verificando se os alunos conseguem relacionar os conceitos estudados com a otimização do trabalho agrícola e a redução do esforço físico.

Fonte: Autoria própria

5.1 Análise de conteúdo das atividades propostas

Neste tópico, seguimos os princípios da análise de conteúdo propostos por Laurence Bardin (2016) para compreender, de forma qualitativa, as atividades realizadas pelos alunos. Nossa abordagem prioriza a análise temática, que nos ajuda a identificar padrões nos discursos dos participantes, agrupando suas respostas em núcleos de sentido. Dessa forma, podemos perceber tendências de pensamento, pontos de convergência e possíveis dificuldades conceituais presentes em suas falas.

Mais do que apenas classificar as respostas, essa metodologia nos permite interpretar as percepções dos alunos, analisando como seus conhecimentos são construídos e modificados ao longo das atividades. Identificamos aqui não apenas o que foi aprendido, mas também os desafios enfrentados na assimilação dos conceitos trabalhados. Essa análise nos dará um panorama valioso sobre o impacto das atividades, ajudando a direcionar estratégias futuras para fortalecer a compreensão dos estudantes.

5.1.1 Atividade I - Força e alavancas

Para esta atividade, foi estabelecida como categoria principal a “concepção inicial sobre força e alavancas”. E para isso, objetivou-se explorar o conhecimento prévio dos alunos sobre a aplicação do conceito de força em ferramentas agrícolas manuais, identificando percepções e representações espontâneas antes da experimentação prática.

Na pergunta direcionada sobre “quais são as atividades agrícolas mais comuns em sua comunidade rural?”, maioria dos participantes demonstraram conhecimento e envolvimento direto com atividades agrícolas tradicionais, como o plantio e a colheita de arroz, milho e feijão (Alunos 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 17). Essas práticas exigem, em sua essência, o uso sistemático da força física e, em muitos casos, o manuseio de instrumentos agrícolas simples que funcionam como alavancas, como enxadas, pás ou cavadeiras — mesmo que não tenham sido citados diretamente nesta primeira etapa.

Outros alunos foram além das culturas básicas e mencionaram atividades como “raspar mandioca”, “quebrar côco” e “fazer farinha” (Aluno 2), que implicam em processos mais elaborados e manuais, revelando um conhecimento mais

aprofundado sobre as etapas da produção agrícola e o uso de força de forma direcionada e contínua. O Aluno 9, por exemplo, citou "arados da terra" e "derrubada da roça", atividades que exigem grande esforço físico e o uso de ferramentas, além de envolverem diretamente princípios de alavanca e força aplicada.

Por outro lado, os alunos 3 e 12 não responderam à questão, o que pode indicar distanciamento da prática agrícola ou dificuldades em expressar seus conhecimentos por escrito. Já os Alunos 14 e 16 mencionaram apenas "roça" ou "agricultura", termos mais genéricos que, embora indiquem alguma familiaridade com o contexto, não oferecem indícios claros sobre a compreensão dos fundamentos físicos envolvidos nas tarefas.

A Tabela 3 revela uma categorização superficial dos conhecimentos sobre as atividades rurais mais comuns nas comunidades rurais em que estão inseridos.

Tabela 3: Atividades indicadas pelos estudantes

Nº de alunos	Atividades agrícolas
10	Plantio
04	Colheita
02	Fazer farinha
04	Roça. Agricultura
01	Arar. Prepara a terra
01	Raspar mandioca
01	Quebrar coco

Fonte: Autoria própria

A análise sugere que a maioria dos alunos possui uma vivência significativa com o trabalho no campo, o que representa um ponto de partida valioso para explorar, nas etapas seguintes da atividade, os conceitos de força e alavanca de forma contextualizada e significativa. Essa etapa diagnóstica revelou que, ainda que os alunos não utilizem termos técnicos, eles já convivem com situações práticas em que a força é aplicada por meio do corpo ou de ferramentas base fundamental para a introdução de conceitos científicos.

Ao analisar a segunda questão e considerando as respostas à questão "Você participa de atividades agrícolas, como plantio ou colheita?", presente na Atividade I, esta serviu como instrumento diagnóstico para mapear o nível de familiaridade empírica dos estudantes com práticas do cotidiano rural que envolvem esforço físico

e o uso de ferramentas simples, como enxadas, pás e cavadeiras, muitas das quais operam com base no princípio da alavanca.

Entre os 17 alunos participantes, 15 afirmaram que participam diretamente de atividades agrícolas, o que representa cerca de 88% dos respondentes. Esses dados sugerem uma forte conexão dos estudantes com a realidade do campo, o que se configura como um ponto de partida relevante para a construção de conceitos científicos vinculados à força e ao uso de ferramentas manuais. A participação ativa em atividades como plantio e colheita geralmente implica o uso constante da força muscular e, muitas vezes, de instrumentos que operam sob o princípio da alavanca, mesmo que esse funcionamento não seja nomeado tecnicamente pelos alunos.

Os Alunos 9 e 12 responderam negativamente à pergunta, indicando que não participam dessas atividades. A ausência dessa vivência prática pode influenciar no modo como esses estudantes compreendem, interpretam ou se apropriam dos conceitos físicos abordados ao longo da sequência didática. Sua aprendizagem pode exigir abordagens mais visuais ou experimentais para suprir a falta de referência concreta.

Ao analisar a totalidade das respostas, observa-se que há uma base empírica sólida sobre a qual é possível construir conceitos científicos com maior significado.

Portanto, essa etapa diagnóstica evidencia que os estudantes não partem do “zero” em relação ao conceito de força: ao contrário, muitos já vivenciam esse fenômeno em suas rotinas.

A análise da questão 3, revela que a maioria dos alunos demonstrou conhecimento prático sobre ferramentas que, do ponto de vista físico, funcionam como alavancas simples. Ferramentas como a enxada, carrinho de mão, pá e cavadeira foram amplamente mencionadas, evidenciando uma vivência com instrumentos que exigem esforço físico e aplicação de força mecânica.

A enxada e o carrinho de mão apareceram em quase todas as respostas, sugerindo familiaridade com ferramentas que operam como alavancas do tipo 1 e tipo 2. A pá e a cavadeira também foram amplamente citadas, o que reforça o contato direto com instrumentos que envolvem conceitos de torque e ponto de apoio. A foice, embora menos presente, também foi lembrada por diversos alunos, o que evidencia uma experiência com o corte e o uso de força direcionada. Na Tabela 4 são indicados as respostas dos estudantes sobre as ferramentas usadas no trabalho agrícola.

Tabela 4: Respostas encontradas

Nº de alunos	Ferramentas usadas nos trabalhos agrícolas
08	Cavadeira
16	Enxada
16	Carrinho de mão
12	Pá
08	Foice

Fonte: Autoria própria

Embora os alunos não tenham explicitado conceitos científicos como "ponto de apoio", "braço de alavanca" ou "força aplicada", observa-se uma vivência prática significativa que pode ser ressignificada no processo pedagógico. É perceptível que os discentes reconhecem e utilizam tais ferramentas em seu cotidiano, mesmo sem compreender, de forma consciente, os princípios físicos que as fundamentam.

A pergunta “Você consegue observar algum conceito físico comum entre essas ferramentas? Se sua resposta foi sim, que conceito físico é esse?” teve caráter diagnóstico, permitindo identificar as concepções iniciais dos estudantes acerca dos princípios físicos relacionados ao uso de ferramentas agrícolas manuais, com ênfase nos conceitos de força e alavancas.

A análise revelou que a maioria dos alunos respondeu afirmativamente, demonstrando uma percepção intuitiva de que existe um elemento comum entre as ferramentas analisadas. Contudo, ao aprofundar-se nas justificativas, observa-se que a compreensão conceitual permanece em estágio inicial e majoritariamente empírico. Termos como “utilizadas com as mãos” (alunos 1, 5, 7, 10, 13, 15, 16) e “precisam de força” (aluno 2) foram recorrentes, indicando uma associação direta com o uso do corpo, especialmente das mãos, sem, contudo, alcançar uma compreensão mais elaborada de conceitos como força mecânica, torque ou tipos de alavancas.

Apenas o aluno 6 apresentou uma resposta que se aproxima de uma explicação mais técnica, ao mencionar que “aplica força para mover a terra, envolvendo resistência e movimento”, o que indica uma noção mais desenvolvida dos elementos presentes em uma alavanca. Por outro lado, três alunos (9, 14 e 17) responderam negativamente, o que pode indicar ausência de reconhecimento dos aspectos físicos compartilhados entre as ferramentas ou dificuldades de compreensão do enunciado. Nota-se também que, embora alguns alunos tenham afirmado haver um conceito físico comum, houve lacunas ao explicitar que conceito seria esse.

Essa etapa diagnóstica evidencia que os alunos, em sua maioria, apresentam uma percepção prática, embora ainda limitada, dos fundamentos físicos presentes nas ferramentas manuais. A ênfase no “uso das mãos” como fator comum revela uma concepção centrada no esforço físico, mas dissociada dos mecanismos físicos que o explicam.

Ao analisar as respostas à pergunta: “Você já viu ou participou da colheita da mandioca? Se sua resposta foi sim, como essa tarefa é realizada na sua comunidade?”, buscou-se identificar o grau de familiaridade dos estudantes com o processo de colheita da mandioca em seus contextos locais, bem como sua percepção sobre os aspectos físicos envolvidos.

Dos 17 alunos, nove afirmaram já ter presenciado ou participado da colheita da mandioca (alunos 2, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 15), enquanto os demais (alunos 1, 6, 8, 9, 12, 13, 14, 16, 17) declararam não possuir essa vivência. Entre os que responderam afirmativamente, a maioria descreveu o processo como manual, destacando o uso das mãos e da força corporal. Expressões como “é realizada com as mãos” (aluno 2), “puxada com as mãos” (aluno 11), “uso da força do braço” (aluno 10) e “vai puxa” (aluno 15) evidenciam uma concepção empírica do uso da força muscular, ainda que carente de aprofundamento teórico.

Os alunos 5, 7 e 10 forneceram descrições mais detalhadas, mencionando etapas como cavar ao redor da planta, descascar, lavar e torrar, demonstrando uma compreensão mais ampla e contextualizada da prática. O aluno 10, por exemplo, expressa uma percepção intuitiva do conceito de força aplicada e resistência ao afirmar: “cavamos ao redor do pé de mandioca, depois usamos a força do braço para puxar as raízes”, sinalizando a atuação de uma alavanca corporal simples.

Em síntese, a análise revela a existência de um repertório prático valioso entre os estudantes, o qual deve ser mobilizado pedagogicamente para a introdução e construção dos conceitos físicos relacionados à força.

Na sequência, ao responderem à pergunta: “Seria possível tornar essa tarefa mais fácil usando algum dos conceitos aprendidos na escola? Se sua resposta foi sim, descreva uma forma de tornar essa tarefa mais fácil?”, a análise temática permitiu identificar dois grandes agrupamentos: alunos que reconhecem a possibilidade de facilitar a tarefa por meio do uso de ferramentas ou conceitos escolares (grupo majoritário) e alunos que não percebem essa possibilidade (grupo minoritário).

Dos 17 participantes, 11 alunos (1, 4, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16) responderam afirmativamente, ainda que com diferentes níveis de detalhamento, enquanto 6 alunos (2, 3, 5, 6, 8 e 17) não vislumbraram essa possibilidade.

Entre os que reconheceram a aplicabilidade do conhecimento escolar, a maioria relacionou a facilitação da tarefa ao uso de ferramentas ou máquinas (alunos 1, 7, 9, 10, 11), demonstrando uma percepção incipiente, porém válida, da importância da força mecânica e do princípio da alavanca, mesmo sem o uso explícito da terminologia técnica. O aluno 4, por exemplo, sugeriu o plantio hidropônico como alternativa para reduzir o esforço físico, o que, embora desvie um pouco do foco sobre força e alavancas, revela uma tentativa de adaptação da tarefa por meio do conhecimento escolar.

Alguns estudantes, como os alunos 13 e 14, reconheceram a possibilidade de facilitar o trabalho, mas não souberam explicá-la, o que indica uma compreensão intuitiva ainda não suficientemente estruturada conceitualmente.

Já os alunos que responderam negativamente (2, 3, 5, 6, 8 e 17) possivelmente ainda não estabeleceram conexões entre os conteúdos científicos abordados em sala e sua aplicabilidade em situações concretas, como o uso de alavancas ou a compreensão da força como vetor de ação.

Posteriormente, ao serem indagados sobre: “Você já ouviu falar do termo ‘força’ em suas aulas na escola ou em conversas na sua comunidade? Para você, o que é força?”, foram observadas as seguintes condições:

Das 17 respostas, 15 afirmaram já ter ouvido falar sobre o termo, enquanto dois alunos (9 e 17) declararam desconhecê-lo ou não saber explicá-lo. Essa predominância de respostas afirmativas sugere que o vocábulo “força” é relativamente familiar ao universo dos alunos, embora haja variação quanto à profundidade da compreensão.

Dessa análise, emergiram três subcategorias:

I – Concepção científica parcial ou adequada (alunos 2, 6, 8): definem força como uma interação capaz de alterar o movimento de um corpo, aproximando-se do conceito físico presente nos currículos escolares.

II – Concepção empírica ou cotidiana (alunos 1, 4, 10, 14, 16): associam força à força física ou muscular, geralmente ligada a levantar ou mover objetos pesados. Ainda que limitada, essa concepção revela uma percepção prática do fenômeno.

III – Ausência de conceitualização ou dificuldade em expressar (alunos 3, 5, 7, 11, 12, 13, 15, 17): incluem os alunos que não souberam descrever o conceito ou apresentaram respostas vagas. O aluno 13, por exemplo, afirma ter ouvido falar, mas não sabe explicar, revelando uma aprendizagem ainda não consolidada.

Chama a atenção o caso do aluno 9, que interpreta o termo “força” como sinônimo de “coragem”, denotando uma compreensão sociocultural do vocábulo, dissociada de sua acepção científica.

Conclui-se que os alunos demonstram níveis variados de compreensão acerca do conceito de força, prevalecendo interpretações oriundas do senso comum. Poucos conseguem articular, com clareza e precisão, uma definição alinhada ao referencial científico.

Na abordagem sobre os conhecimentos prévios relativos às alavancas, foi proposta a seguinte questão: “Você sabe o que é uma alavanca? Se sua resposta foi sim, cite um exemplo de alavanca que você conhece.”

Dos 17 estudantes participantes, apenas 5 afirmaram conhecer o termo “alavanca” (alunos 3, 11, 12, 13 e 16), enquanto a maioria (12 alunos) declarou desconhecer-lo (alunos 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15 e 17). Dentre os que responderam afirmativamente, somente o aluno 16 apresentou um exemplo concreto, “baladeira”, ainda que esse vocábulo remeta a um objeto de uso regional, exigindo contextualização interpretativa. Os demais não forneceram exemplos (alunos 3, 11, 12 e 13) ou limitaram-se a afirmar que sabiam o que era, sem conseguir explicitar o conteúdo, sugerindo compreensão superficial ou mero reconhecimento do termo.

Tal cenário também revela a dificuldade em estabelecer conexões entre os conteúdos teóricos e os instrumentos presentes no cotidiano. A baixa capacidade de exemplificação reforça a hipótese de que os estudantes não conseguem identificar alavancas em ferramentas simples, como enxadas, tesouras ou alicates, elementos diretamente associados à prática agrícola manual.

Quando questionados sobre a possibilidade de relacionar os conteúdos aprendidos nas aulas de Física com tarefas do cotidiano, todos os 17 alunos responderam afirmativamente. Essa unanimidade indica o reconhecimento, ainda que genérico, da utilidade prática dos conhecimentos científicos, revelando uma predisposição positiva à contextualização do conteúdo escolar. Embora o grau de profundidade dessa compreensão não possa ser avaliado com precisão, a receptividade já representa um dado promissor.

Para encerrar a Atividade I, foi proposta a seguinte pergunta: “Você acha que os conceitos aprendidos nas aulas de Física poderiam facilitar as atividades diárias de sua família nas tarefas rurais?”

Todos os alunos novamente responderam de forma afirmativa, sinalizando o reconhecimento de que o conhecimento científico pode contribuir positivamente nas atividades do campo. A homogeneidade das respostas reflete uma valorização inicial da Física e evidencia uma abertura cognitiva para a integração entre teoria e prática.

Essa unanimidade pode ser interpretada como um indicativo de disposição favorável à aprendizagem significativa, sobretudo quando esta se propõe a transformar o conhecimento escolar em ferramenta para a resolução de problemas cotidianos. Embora os alunos não tenham mencionado diretamente os conceitos de força ou o uso de alavancas, é possível inferir que reconhecem, ao menos de modo geral, que os conteúdos aprendidos podem contribuir para tornar o trabalho manual mais eficiente e menos extenuante.

Do ponto de vista pedagógico, essa etapa diagnóstica revela um terreno fértil para o desenvolvimento de estratégias didáticas contextualizadas, que articulem os conceitos da Física às vivências rurais dos estudantes.

Em síntese, a análise revela uma concepção inicial positiva e receptiva à aplicação da Física no contexto rural, constituindo uma base sólida para ações educativas que promovam a apropriação prática do conceito de força no cotidiano agrícola dos alunos.

Atividade II – Testando o funcionamento da alavanca

Nesta etapa, a categoria principal abordada foi a experimentação e análise funcional da alavanca. O objetivo consistiu em investigar como os alunos compreendem o princípio da alavanca interfixa por meio de experimentos práticos, observando as relações entre força, ponto de apoio e braço da alavanca na realização de tarefas. A atividade foi dividida em três experimentos simples:

Experimento 1 – Solicitar que os alunos localizem o ponto de equilíbrio da alavanca.

Experimento 2 – Após encontrado o ponto de equilíbrio, posicionar dois alunos com massas diferentes em lados opostos da alavanca. Para garantir a segurança, os colegas do grupo devem servir de apoio, evitando a rotação repentina do sistema.

Experimento 3 – Utilizando os mesmos participantes, modificar o braço da alavanca, diminuindo significativamente um dos lados, de modo que o aluno com maior massa fique posicionado na extremidade mais curta, e repetir o procedimento do experimento anterior, mantendo as precauções de segurança.

Após a execução do segundo experimento, foi feita a seguinte pergunta: “O sistema continua em equilíbrio?”

A unanimidade nas respostas negativas, todos responderam “não”, revela uma percepção comum entre os alunos sobre a perda de equilíbrio do sistema. Essa concordância, embora superficial, sugere familiaridade empírica com situações em que há desequilíbrio de forças, mesmo sem o domínio do vocabulário técnico da Física.

O fato de nenhum estudante ter indicado que o sistema permaneceu em equilíbrio demonstra uma compreensão coletiva de que houve ruptura na proporcionalidade entre as forças aplicadas em relação ao ponto de apoio, indicando uma noção intuitiva do funcionamento das alavancas. Ainda que sem o uso de termos técnicos, os alunos percebem que a força e a posição relativa dos corpos interferem no comportamento da estrutura.

Quando indagados sobre o motivo do desequilíbrio, as respostas foram marcadas por significativa homogeneidade: todos atribuíram o desequilíbrio à diferença de massa entre os alunos (como nos casos dos alunos 11 e 17). Expressões como “um lado tinha mais massa”, “as massas são diferentes” e “o aluno 11 tinha mais massa” foram frequentes. Essas formulações demonstram uma compreensão inicial sobre o papel da massa na condição de equilíbrio, ainda que limitada à associação entre força e peso, sem menção explícita ao ponto de apoio ou à distribuição dos braços da alavanca.

Apesar da ausência de termos como “torque” ou “momento de força”, as justificativas evidenciam que os alunos reconhecem, empiricamente, que a diferença de massa resulta em desequilíbrio. Tal percepção se mostra coerente com suas experiências práticas, especialmente em contextos rurais, onde o uso intuitivo de alavancas é frequente.

Na sequência, após a realização do terceiro experimento, foi proposta a seguinte pergunta: “Por que agora o aluno com menos massa consegue levantar o aluno com mais massa?”

As respostas indicam um avanço conceitual significativo. A maioria dos estudantes reconheceu a influência da posição do ponto de apoio e da variação no comprimento dos braços da alavanca como fatores determinantes para o êxito da ação. Termos como “mais próximo do ponto de apoio”, “mudança no tamanho do braço da alavanca” e “quanto mais longe, menos força é aplicada” revelam que os alunos começam a articular observações empíricas com conceitos fundamentais da Física, aproximando-se da noção de momento de força.

A Tabela 6, a seguir, organiza essas respostas em três categorias, evidenciando diferentes níveis de apropriação conceitual entre os participantes.

Tabela 5: Categorias de resposta

Nº de alunos	Distribuição das respostas por categoria
11	Proximidade ao ponto de apoio
02	Mudança no braço da alavanca
04	Posição do mais pesado

Fonte: Autoria própria

Ainda que algumas respostas estejam mal formuladas ou com erros ortográficos (*“centro” escrito como “sentro” ou “eixo” como substituto do ponto de apoio*), o conteúdo semântico revela uma compreensão funcional do sistema de alavanca de primeira classe, no qual a força aplicada é influenciada pela distância ao ponto de apoio.

Destaca-se a resposta do Aluno 14, que expressa com mais clareza a relação inversa entre distância e força necessária: *“quanto mais longe está do centro menos força é aplicada”*. Isso demonstra que alguns estudantes conseguem relacionar a prática com fundamentos teóricos, o que é um indicativo positivo.

Essa etapa cumpriu com eficácia o papel ao mostrar que, mediante a experimentação, os alunos conseguem internalizar noções básicas do funcionamento de alavancas e aplicá-las à interpretação de situações concretas. Essa construção de conhecimento, partindo de uma vivência prática, contribui para superar a visão puramente empírica da força como sinônimo de esforço físico, e se aproxima do entendimento científico.

5.1.2 Atividade III - Alavanca e colheita de mandioca

Nesta atividade, definiu-se como categoria principal a “aplicação prática da alavanca na colheita”, tendo como objetivo central examinar a eficácia do uso dessa ferramenta em uma situação real de extração da mandioca. Buscou-se verificar se os alunos seriam capazes de articular os conceitos estudados à otimização do trabalho agrícola e à consequente redução do esforço físico.

Após a realização da atividade prática, na qual um aluno com maior habilidade experimentou dois métodos distintos de colheita — um exclusivamente manual e outro com o auxílio de uma alavanca —, ele compartilhou suas impressões com os colegas observadores. Em seguida, foi proposta a Questão I, cujo intuito era identificar, a partir das percepções dos estudantes, qual método se mostrava mais eficaz para a retirada das raízes da mandioca e por quais motivos.

A análise das 17 respostas evidenciou um padrão expressivo de compreensão conceitual entre os participantes. Dezesesseis alunos afirmaram que o uso da alavanca torna a colheita mais eficiente, justificando suas escolhas com argumentos que entrelaçam fundamentos da física e observações empíricas. Dentre os aspectos mais mencionados, destacam-se: a redução da força necessária, a vantagem do braço de alavanca mais longo em relação ao ponto de apoio e a prevenção de desconfortos físicos, sobretudo dores na região lombar — justificativas expressas, com variações linguísticas, por alunos como os de números 1, 4, 10, 11, 15 e 17.

Algumas respostas revelaram um nível mais elaborado de compreensão, como a do aluno 14, que destacou não apenas a diminuição do esforço, mas também o aumento da força aplicada e a facilidade na remoção das raízes, demonstrando uma visão funcional mais completa da alavanca. Já os alunos 2 e 3, embora mais objetivos, reconheceram com propriedade os benefícios da alavanca no controle do movimento e na economia de força.

Apenas o aluno 8 não respondeu à questão, o que pode indicar ausência ou dificuldade de expressão em relação ao conteúdo trabalhado. De modo geral, a análise aponta para um nível satisfatório de apropriação inicial dos conceitos físicos envolvidos na aplicação da alavanca em atividades agrícolas.

Na sequência, e com base em uma reflexão mais profunda acerca dos conceitos abordados, retomou-se a pergunta fundamental “O que é força?”, com o objetivo de verificar se os alunos haviam de fato internalizado o conceito.

As respostas demonstraram um padrão de uniformidade conceitual. A maioria dos estudantes (alunos 2, 3, 5, 6, 7, 8, 12 e 14) definiu força como “qualquer agente capaz de produzir em um corpo aceleração ou deformação”, evidenciando familiaridade com a definição clássica da física. Outros alunos (1, 9, 10 e 13) descreveram força como um vetor capaz de alterar o estado de movimento de um corpo, o que também está em conformidade com os fundamentos da disciplina, embora com menor detalhamento.

Cinco alunos (4, 11, 15 e 16) combinaram ambas as definições, ressaltando o caráter vetorial da força e sua capacidade de provocar aceleração ou deformação. O aluno 16, por exemplo, afirmou que “a força muda o estado de movimento das coisas”, o que denota uma relação mais direta com os princípios da dinâmica newtoniana. O aluno 17 não respondeu à questão, o que pode indicar dificuldade de formulação ou desinteresse.

Do ponto de vista da análise de conteúdo, emergem três núcleos principais de sentido:

- A força como vetor dotado de direção e sentido;
- A força como agente de mudança do movimento ou causadora de deformações;
- A articulação desses dois elementos em uma definição mais abrangente.

Tais padrões sugerem que a maioria dos alunos compreende, ainda que em graus variados, o conceito científico de força, mesmo que alguns ainda estejam em processo de apropriação da linguagem técnica. Essa clareza conceitual fornece base sólida para a aplicação prática desses conhecimentos, como exemplificado no uso da alavanca na colheita, favorecendo uma aprendizagem significativa que integra teoria e prática.

Para encerrar, procurou-se compreender de que forma os estudantes reconhecem a utilidade dos conceitos físicos no cotidiano das atividades rurais realizadas por suas famílias. Dentre os 17 participantes, 13 apresentaram respostas diretamente relacionadas ao uso da alavanca, reconhecendo seu papel fundamental

na facilitação do trabalho agrícola. A maioria mencionou explicitamente sua aplicação no processo de colheita da mandioca, ressaltando a redução do esforço físico e a prevenção de dores corporais — especialmente na região lombar — como apontado por alunos 4, 11 e 15. Esses relatos evidenciam não apenas a assimilação funcional da alavanca, mas também o reconhecimento de seus benefícios ergonômicos.

Por outro lado, os alunos 3, 14 e 16 ofereceram respostas relacionadas à física, porém desvinculadas do uso da alavanca na colheita. Suas reflexões abordaram a Terceira Lei de Newton, associando-a, por exemplo, a quedas de motocicletas e ao princípio da ação e reação. Tal desvio pode sugerir dificuldades na assimilação do contexto específico da atividade, levando-os a associar o conhecimento científico a vivências distintas de seu cotidiano.

O aluno 17 novamente não apresentou resposta, o que pode indicar falta de compreensão ou desmotivação.

A predominância de respostas que associam a alavanca à melhoria nas tarefas rurais demonstra que a experiência prática foi eficaz na demonstração da aplicabilidade desse instrumento. A atividade permitiu que os estudantes experimentassem concretamente a diferença entre o esforço manual e a utilização de uma alavanca, promovendo uma compreensão tangível do conceito físico de força. A justificativa mais recorrente para a eficácia da alavanca foi a significativa diminuição do esforço necessário para extrair as raízes da mandioca, tornando o trabalho mais produtivo e menos exaustivo para o corpo humano.

Os resultados sugerem que o método experimental adotado foi bem-sucedido na promoção de uma aprendizagem significativa. Contudo, para os alunos que demonstraram dificuldades, recomenda-se o reforço dos conceitos por meio de novas atividades práticas e estratégias mais interativas, ampliando a compreensão das aplicações da física no contexto rural.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do conteúdo evidencia que a atividade prática realizada na lavoura mostrou-se extremamente eficaz na consolidação do conceito de força, ao empregar a alavanca (resultado do Produto Educacional em anexo a esta dissertação) como recurso para a redução do esforço físico durante a colheita da mandioca. Os estudantes demonstraram expressiva compreensão acerca do funcionamento mecânico da alavanca, fundamentada teoricamente nos princípios da Física, especialmente no que tange às noções de força e ponto de apoio.

A unanimidade quanto à superioridade do uso da alavanca revela não apenas a assimilação teórica do conteúdo, mas também a valorização da aplicabilidade desse saber no contexto rural. As pequenas variações observadas nas respostas indicam diferentes níveis de elaboração conceitual, porém, a essência do aprendizado foi plenamente alcançada.

Dessa maneira, as atividades se mostraram altamente eficazes enquanto instrumentos pedagógicos para articular teoria e prática, promovendo uma aprendizagem significativa dos conceitos de força e máquinas simples, inseridos na realidade concreta dos alunos.

Ao refletirmos sobre os resultados da atividade na lavoura de mandioca, torna-se evidente o quanto essa experiência foi significativa para o processo de aprendizagem dos estudantes. Inspirados pela teoria histórico-cultural de Vygotsky, compreendemos que a prática não apenas favoreceu a compreensão do conceito de alavanca, como também proporcionou um ambiente fértil em trocas, vivências e construção coletiva de saberes.

Para Vygotsky, o aprendizado é um processo essencialmente social, que se concretiza por meio da interação e da mediação com o outro. Nesse contexto, a alavanca, mais do que uma simples ferramenta, transformou-se em uma ponte entre o conhecimento científico e a realidade vivida pelos estudantes no campo. Ao vivenciarem na prática como o uso da alavanca torna a colheita mais eficiente, os alunos não apenas assimilaram os conceitos de força e ponto de apoio com maior clareza, como também passaram a enxergar a Física como algo concreto, útil e presente em seu cotidiano.

O envolvimento com a atividade possibilitou que cada aluno partisse de suas próprias experiências no meio rural e, com o apoio dos colegas e do professor, avançasse para além do conhecimento prévio, conforme propõe a noção de Zona de Desenvolvimento Proximal de Vygotsky. Ainda que tenham expressado suas aprendizagens de formas diversas, todos convergiram na compreensão essencial: reconheceram a alavanca como facilitadora do trabalho e valorizaram a importância do conhecimento teórico aplicado à prática.

Essa vivência também promoveu o reconhecimento e a valorização dos saberes locais, evidenciando que o conhecimento que emerge da terra e do cotidiano pode dialogar, de maneira frutífera, com o saber científico. Quando os alunos percebem essa conexão,

sentem-se mais inseridos no processo educativo, mais motivados e confiantes em sua capacidade de refletir criticamente sobre o mundo que os cerca.

Além disso, o objetivo geral ao qual nos propomos, que era investigar as potencialidades do ensino do conceito de força por meio da alavanca construída com a finalidade de extrair as raízes da mandioca conectou-se diretamente com a realidade cultural dos estudantes, o que realmente potencializou uma abordagem dinâmica e ativa, contemplando também o que ressalta os PCN's onde afirma-se que o Ensino de Ciências Naturais pode ser desenvolvido dentro de contextos sociais e culturalmente relevantes.

Em síntese, as atividades propostas não apenas consolidaram os conteúdos de Física, como também revelaram que a escola pode, e deve, estabelecer vínculos profundos com a realidade concreta de seus alunos. É precisamente essa articulação entre ciência e vida que torna o aprendizado verdadeiramente significativo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO, Flávio Santana. Arquimedes, a alavanca e o trebuchet: um experimento para a contextualização da física. 2012.

ALONSO, Marcelo; FINN, Edward J. Física, um curso universitario. São Paulo: E. Blucher, 1972-2011.

BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2016.

BRASIL. Senado Federal. Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional, 9394/96.

_____. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Comissão de Educação Básica. Resolução n.1 de 03 de abril de 2002, estabelece Diretrizes para a Educação Básica nas escolas do campo, publicada no Diário Oficial da União. Brasília-DF: Gráfica do Senado, em 09 de abril de 2002.

CALÇADA, Caio Sérgio; SAMPAIO, José Luiz. *Física clássica, 1: mecânica*. 1. ed. São Paulo: Atual, 2012.

CALDART, Roseli Salete et al. Educação do campo. Dicionário da educação do campo, v. 2, p. 257-265, 2012.

CARDOSO, Henrique Bezerra; FREIRE, Paulo de Tarso Cavalcante; MENDES FILHO, Josué. Arquimedes e a lei da alavanca: erros conceituais em livros didáticos. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 23, n. 2, p. 218-237, 2006.

CRUZ, F. F. de Souza. O conceito de força no pensamento grego. Cad. Cat. Ens. Fis., Florianópolis, 2(1), p. 16-24, 1985.

DA SILVA RADÉ, Tane. O conceito de Força na Física: evolução histórica e perfil conceitual. Teses e Dissertações PPGEICIM, 2014.

ERNOUT, A. & MEILLET, A. Dicionário Etimológico da Língua Latina – História dos Nomes. Paris: Librairie C. Klincksieck, 1951

FRANÇA, Nadyne Nara Amaral de. O ensino de Ciências por investigação no 6º Ano: o conceito de pressão do ar. 2019. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro de Educação, Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019. . Disponível em: <<http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/5798>>. Acesso em: 03/05/2021 às 22:16 h.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de física. 9.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v.I.

JAMMER, Max. Concepts of Force: A Study in the Foundations of Dynamics. Mineola, NY: Dover Publications Inc., 1999 (orig. ed. 1957).

LINDEMANN, R. H. Ensino de Química em escolas do campo com proposta agroecológica: contribuições a partir da perspectiva freireana de educação. 2010. 339 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2010.

MACHADO, José P. Dicionário Etimológico da Língua Portuguesa Vol. 1. Lisboa: Editorial Confluência, L.da, 1952.

MIRANDA, Maria Irene. Conceitos centrais da teoria de Vygotsky e a prática pedagógica. Ensino em Re-vista, 2010.

MOLINA, Mônica Castagna; ANTUNES-ROCHA, Maria Isabel; MARTINS, Maria de Fátima Almeida. A produção do conhecimento na licenciatura em Educação do Campo: desafios e possibilidades para o fortalecimento da educação do campo. Revista Brasileira de Educação, v. 24, p. e240051, 2019.

MOREIRA, Marco Antônio. *Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOURA, Tiago Martins et al. Linguagem, cognição e formação de conceitos no ensino de física: conexões pedagógicas entre as metodologias ativas e a teoria sociocultural de Vygotsky. Caderno Pedagógico, v. 21, n. 6, p. e5077-e5077, 2024.

MST. Princípios da Educação no MST. Caderno de Educação, Porto Alegre, n.8, 1996.

NEWTON, Isaac. Principia — Princípios Matemáticos de Filosofia Natural. Nova Stella/Edusp, São Paulo, 1990. Livro I: O Movimento dos Corpos. Tradução de T. Ricci, L. G. Brunet, S. T. Gehring e M. H. C. Célia.

PEDUZZI, Luiz O. Q. Da física e da cosmologia de Descartes à gravitação newtoniana. Apostila do Departamento de Física. Florianópolis. 2010. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

PEDUZZI, Luiz OQ. Evolução dos conceitos da física. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

PEDUZZI, Luiz O. Q. Força e Movimento: de Thales a Galileu. Apostila do Departamento de Física. Florianópolis. 2010. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

PEREIRA, Suely Lima; ROCHA, Carla Giovana Souza; FORMIGOSA, Marcos Marques. Etnofísica dos mecanismos de alavancas utilizados pelos agricultores na produção da farinha de mandioca, Senador José Porfírio, Pará. Revista Insignare Scientia-RIS, v. 3, n. 5, p. 152-169, 2020.

POLITO, Antony M. M.. A construção da estrutura conceitual da física clássica 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

POLITO, Antony Marco Mota; SILVA FILHO, Olavo Leopoldino da. A filosofia da natureza dos pré-socráticos. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 30, n. 2, p. 323-361, ago. 2013.

POZO, CRESPO, G. Aprendizagem e o Ensino de Ciências: do conhecimento ao conhecimento científico. SCRIBD, 2009.

RAMOS, Sebastião Braz; DE CARVALHO, Marcelo Alves. Diálogos a respeito da evolução histórica do conceito de força: DE ARISTÓTELES A NEWTON.

SILVA, Francislene Neres Santos et al. Educação do campo e ensino de ciências no Brasil: um estado do conhecimento dos últimos dez anos. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 12, n. 1, 2019.

SOUSA, Jordana Yrla de Jesus. MACÊDO, Haroldo Reis Alves de. ALVES JÚNIOR, Pedro José Feitosa. Revisão sobre o conceito de força: Da Grécia Antiga aos tempos modernos. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 12, Vol. 10, pp. 135-156. Dezembro de 2020. ISSN: 2448-0959. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/fisica/tempos-modernos>. Acesso: 8 de maio 2025.

SOUZA, Maria Antônia de. Educação do campo: políticas, práticas pedagógicas e produção científica. Educação & Sociedade, v. 29, p. 1089-1111, 2008.

TIPLER, Paul Allen; MOSCA, Gene. Física para Cientista e Engenheiros: Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica.. 6. ed. Rio de Janeiro: Performa, 2009. 1 v. (ISBN 978-85-216-1710-5). Tradução de: Paulo Machado Mors

VIGOTSKI, L. S; LURIA, A. R; LEONTIEV, A. N; tradução de: VILLALOBOS, M. P. Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem. 11. ed. São Paulo: Ícone, 2010.

VYGOTSKY, L.S. A formação social da mente. 4 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

APÊNDICE A

PRODUTO EDUCACIONAL



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF

PRODUTO EDUCACIONAL

FÍSICA NA ROÇA: Manual de construção de uma alavanca para uso na colheita de mandioca, como estratégia de ensino para alunos da zona rural.



Mestrando: Paulo César dos Santos Batista
Orientadora: Cláudia Adriana de Sousa Melo

TERESINA
2025

APRESENTAÇÃO

Prezado(a) Professor(a),

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) – Polo 26 da Sociedade Brasileira de Física (SBF), na Universidade Federal do Piauí (UFPI), e estruturado como um Produto Educacional intitulado: “Física na Roça: Manual de Construção de uma Alavanca para Uso na Colheita de Mandioca como Estratégia de Ensino para Alunos da Zona Rural.”

O presente Produto Educacional tem como objetivo investigar as potencialidades do ensino do conceito de força por meio da construção e aplicação de uma máquina simples voltada à colheita de mandioca. Para tanto, propõe-se identificar atividades cotidianas da vida rural dos alunos e de suas famílias que envolvam a utilização do conceito de força, promover uma intervenção pedagógica na qual os estudantes utilizem uma ferramenta que auxilie diretamente na colheita. Essa abordagem permite contextualizar o conteúdo trabalhado em sala de aula, além de promover a interdisciplinaridade com outras áreas do conhecimento, como aspectos ambientais e econômicos.

Este material de apoio ao professor apresenta, de forma detalhada, todos os elementos essenciais para a construção da alavanca, incluindo o método de montagem, os esquemas técnicos e as ferramentas necessárias. Ressaltamos que, apesar de os materiais empregados serem de baixo custo, recomenda-se a participação de um profissional da área de metalurgia para a confecção adequada do equipamento.

Esperamos que este Produto Educacional contribua significativamente para o processo de ensino-aprendizagem dos(as) seus(suas) estudantes, potencializando suas práticas pedagógicas em sala de aula.

1. INTRODUÇÃO

Este Produto Educacional propõe uma abordagem de ensino fundamentadas na Psicologia Histórico-Cultural de Vygotsky, observando as vivências, os contextos e os conhecimentos dos alunos provenientes de comunidades rurais. Trata-se de uma proposta de ensino pensada para promover o aprendizado do conceito físico de força, relacionando-o com as realidades cotidianas desses alunos, por meio de atividades práticas com reflexo social.

Neste contexto, esta proposta destaca-se pela construção e utilização de uma alavanca interfixa como ferramenta facilitadora da colheita de mandioca, esta atividade agrícola tem grande relevância socioeconômica nas comunidades do campo. A escolha desse instrumento justifica-se por sua funcionalidade, mas principalmente pelo seu potencial de integrar teoria e prática de forma contextualizada. Objetivando a aplicação concreta do conceito de força, o presente manual visa fortalecer o aprendizado científico, concomitante com a valorização da cultura local e contribuindo para o aprimoramento das práticas agrícolas, para reduzir o esforço físico exigido e prevenindo possíveis danos à saúde dos trabalhadores.

Os aspectos pedagógicos desta proposta, buscam fomentar a aplicação dos conhecimentos científicos em situações reais e relevantes para os estudantes, promovendo o protagonismo discente e a apropriação crítica dos saberes escolares. Além disso, os alunos são estimulados a compreender o funcionamento da ferramenta construída, desenvolvendo habilidades tanto cognitivas quanto técnicas, buscando assim a melhoria das condições de trabalho em sua comunidade.

As ações para a elaboração deste Produto Educacional foram iniciadas com a investigação dos conhecimentos prévios dos alunos, obtidos por meio de questionários e entrevistas sobre os conceitos de força e de máquinas simples. Em seguida, foi projetado e construído um protótipo funcional de alavanca, o qual serviu de base para atividades práticas, possibilitando aos alunos uma imersão no conteúdo através da experimentação e da resolução de problemas concretos.

É importante ressaltar que a confecção do equipamento requer conhecimentos específicos de metalurgia, especialmente para as etapas de cortar e soldagem de peças metálicas. Caso o professor não possua tais habilidades, recomenda-se o apoio de um profissional qualificado, garantindo a segurança e a funcionalidade do dispositivo.

2. A ALAVANCA

Considerando a relevância da extração das raízes de mandioca na agricultura de diversas comunidades rurais, apresentamos neste manual orientações detalhadas para a construção de uma alavanca interfixa, destinada a essa finalidade, bem como sugestões de uso pedagógico desse aparato em aulas práticas de Física. A mandioca, por ser um alimento básico, desempenha um papel fundamental na segurança alimentar dessas populações. Assim, aprimorar o processo de retirada das raízes pode gerar impactos significativos na eficiência do trabalho e na qualidade de vida dos agricultores.

Nesse contexto, torna-se essencial valorizar os saberes “etnofísicos” — conceito proposto por Souza e Silveira (2015) — que se referem aos conhecimentos culturais transmitidos entre gerações, mesmo que desprovidos de fundamentação acadêmica em Física. Tais saberes empíricos, muitas vezes aplicados na fabricação artesanal da farinha de mandioca, representam um terreno fértil para a integração entre ciência formal e cultura local

Para a implementação deste Produto Educacional, foi necessário o planejamento e a construção de uma alavanca interfixa adaptada, com o objetivo de facilitar a colheita da mandioca — cultura de subsistência amplamente representativa da comunidade rural escolhida para a aplicação do projeto.

2.1. Materiais utilizados

A construção da alavanca exigiu o emprego de equipamentos industriais específicos para o corte e montagem da estrutura metálica, dentre os quais destacam-se: máquina de solda, lixadeira, máscara de proteção, eletrodos e disco de corte apropriado.

A Figura 1 apresenta a lixadeira e o disco de corte utilizados para seccionamento de cantoneiras e tubos metálicos, essenciais à conformação das peças do dispositivo. O disco empregado foi especificamente projetado para uso com lixadeira, garantindo cortes mais precisos.

Figura 1 – Lixadeira e disco de corte usados na preparação das peças.



Fonte: Autoria própria

Para a montagem da estrutura metálica, foi utilizada uma máquina de solda elétrica, assegurando a rigidez necessária ao aparato. A Figura 2 ilustra o tipo de máquina e os eletrodos aplicados, cuja escolha visou facilitar a soldagem e garantir fixação eficiente das peças.

Figura 2 – Máquina de solda elétrica e eletrodo de 2,5 mm



Fonte: Autoria própria

Cabe destacar que o processo de soldagem requer o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), especialmente para os olhos, devido à forte emissão de luz e calor. A Figura 3 exibe uma das máscaras utilizadas para esse fim.

Figura 3 – Máscara de proteção para soldagem



Fonte: Autoria própria

Para as conexões que não exigem soldagem, empregou-se uma chave inglesa, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Ferramenta utilizada na montagem da estrutura da alavanca.

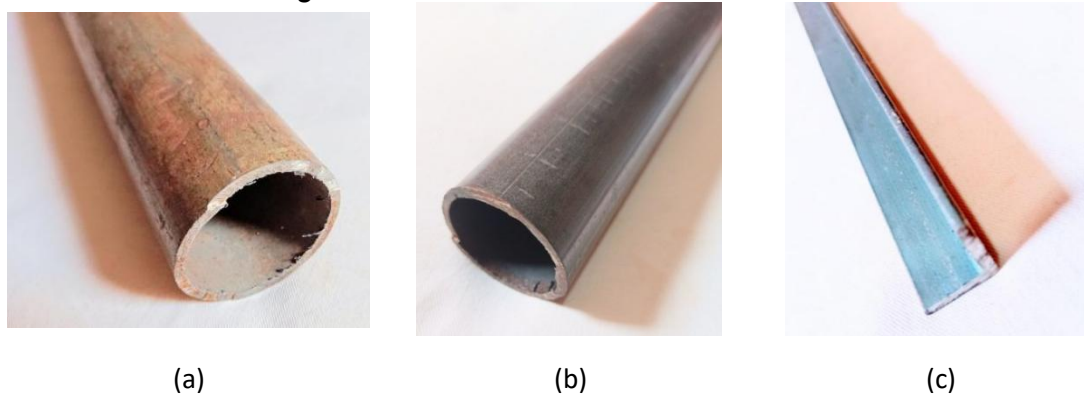


Fonte: Autoria própria

Na estrutura da alavanca interfixa, foram utilizados os seguintes materiais metálicos:

- Um tubo galvanizado de 2 polegadas de diâmetro, com espessura de 3 mm;
- Um tubo metálico de 1,5 polegada de diâmetro, com espessura de 2 mm;
- Uma barra de cantoneira de 6/8 de polegada, com espessura de 3 mm e seis metros de comprimento.

Figura 5 – Materiais metálicos utilizados.



Fonte: Autoria própria

(a) O tubo galvanizado de 2" servirá como ponto de apoio e base para os rolamentos, com 20 cm de comprimento.

(b) O tubo de 1,5" constituirá o braço da alavanca, com comprimento de 1,6 metro.

(c) A base e demais estruturas foram construídas a partir da cantoneira mencionada.

Para permitir a rotação suave do braço da alavanca, foi adotado um sistema de rolamentos. Optou-se pelo modelo utilizado no eixo traseiro da motocicleta Honda NXR Bross — o 6303 T/E Bross 03-22 — por seu baixo custo e disponibilidade, conforme mostrado na Figura 6. Foram utilizados dois rolamentos desse tipo.

Figura 6 – Rolamento modelo 6303 T/E Bross 03-22 utilizado no projeto.



Fonte: Autoria própria

Além disso, para as conexões não soldadas, utilizaram-se parafusos, porcas e arruelas, conforme apresentado na Figura 7. Foram empregados:

- Dois parafusos de 7 cm de comprimento, com 5/8" de diâmetro e 4 cm de rosca, para fixação dos rolamentos e do ponto de apoio;
- Um parafuso francês de 3/8" x 6" com duas roscas, para a fixação da garra ao braço da alavanca, descrita no sétimo passo da montagem.

Figura 7 – Parafusos, porcas e arruelas utilizados na estrutura da alavanca.



Fonte: Autoria própria

2.2. Montagem da alavanca

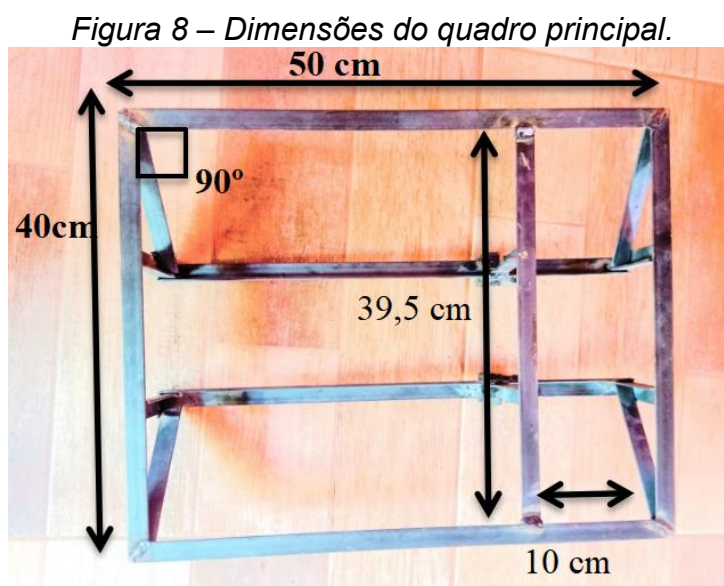
Devido à complexidade da montagem da alavanca proposta, organizou-se as orientações e procedimentos foram divididos em nove (9) passos, descritos a seguir:

1º Passo – Montagem do quadro retangular da base da alavanca

Para estruturar o quadro principal da base da alavanca foram utilizados os seguintes materiais: necessários:

- Duas cantoneiras de 50,0 cm,
- Duas cantoneiras de 40,0 cm,
- Uma cantoneira de 39,5 cm (fixada a 10,0 cm de uma das extremidades).

Todas as extremidades foram cortadas a 45° para garantir ângulos de 90° na junção das peças, como ilustra a figura 8.

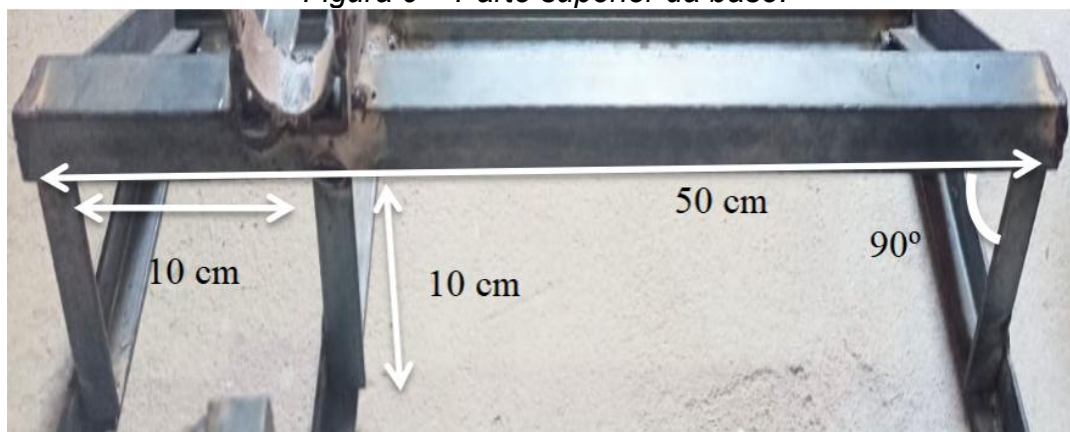


Fonte: Autoria própria

2º Passo – Montagem da parte superior da base.

No projeto de construção da alavanca interfixa são previstas duas estruturas na parte superior da base. Foram utilizadas seis cantoneiras de 10,0 cm e duas de 50,0 cm, soldadas em formato de L, como mostra a Figura 9.

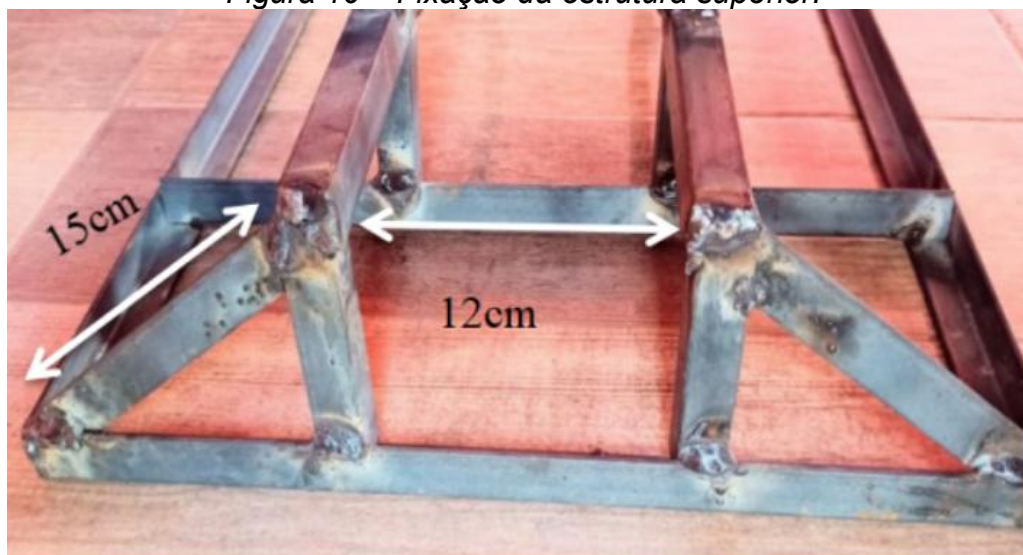
Figura 9 – Parte superior da base.



Fonte: Autoria própria

Essas estruturas foram fixadas ao quadro principal, separadas por 12,0 cm e travadas com uma cantoneira de 15,0 cm em posição diagonal, mostrado na Figura 10.

Figura 10 – Fixação da estrutura superior.



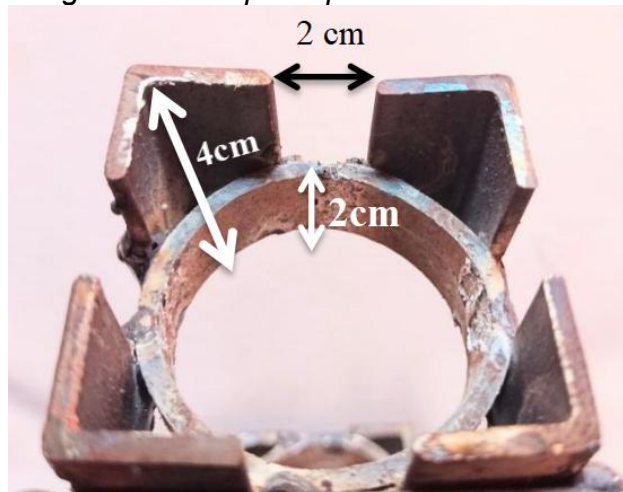
Fonte: Autoria própria

3º Passo – Suporte dos rolamentos

Após a montagem da base, é necessária a montagem do suporte para os rolamentos, que deverão ser fixados na estrutura superior da base. Os materiais utilizados foram: dois pedaços de 2,0 cm do tubo galvanizado de 2" e quatro pedaços

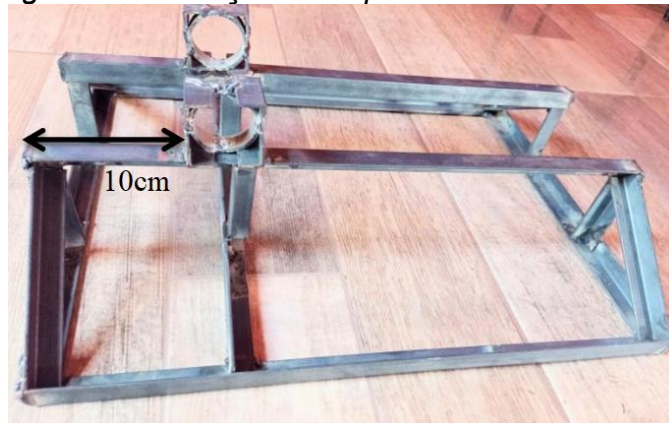
de cantoneira de 4,0 cm. A Figura 11 ilustra a estrutura final do suporte e a Figura 12 indica a localização da fixação do suporte sobre a estrutura.

Figura 11 – Suporte para os rolamentos.



Fonte: Autoria própria

Figura 12 – Fixação do suporte sobre a estrutura.



Fonte: Autoria própria

4º Passo – Montagem do ponto de apoio.

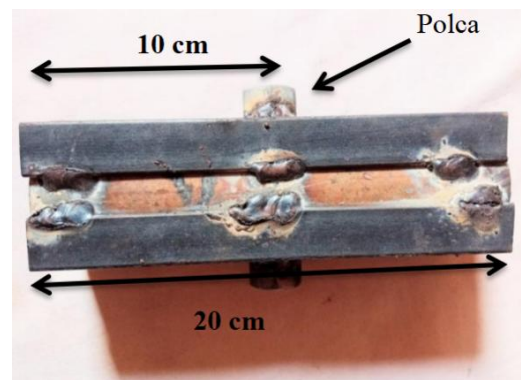
Agora que a base está pronta precisamos montar o ponto de apoio da alavanca, para isso, serão necessários: um tubo galvanizado de 20,0 cm e quatro cantoneiras de 20,0 cm, além de uma porca soldada próxima ao centro de gravidade.

Esse ponto de apoio permite o movimento do braço, ajustando as distâncias entre Força Potente e Força Resistente. Sendo uma estratégia que será utilizada para a percepção do aluno quanto à força aplicada para levantar objetos. A figura 13 ilustram a peça do ponto de apoio.

Figura 13 – Apoio da alavanca.



(a) Vista frontal



(b) Vista superior

Fonte: Autoria própria

5º Passo – Conexão do apoio aos rolamentos.

Nesse procedimento, deve-se encaixar os parafusos nos rolamentos e colocá-los nos suportes. Para isso, coloque primeiro as duas arruelas no parafuso e encaixe o parafuso no rolamento, após isso, coloque a terceira arruela e as duas porcas restantes, como podemos ver na Figura 14.

Figura 14 – Ordem de montagem de conexão do apoio.



Fonte: Autoria própria

Por conseguinte, com o auxílio da chave inglesa, encaixe os rolamentos nos suportes, girando os parafusos até está totalmente inserido na porca, que foi soldada na peça de apoio, como mostrado na figura 15.

Figura 15 – Vista superior do encaixe dos rolamentos.



Fonte: autoria própria

6º Passo – Localização do furo do braço da alavanca

Concluída a base principal, é necessária a montagem do braço da alavanca, que foi confeccionado com o tubo metálico de 1,5 polegadas, com 1,6 metros de comprimento, no mesmo faça dois furos com 1,0 cm de diâmetro, a 1,5 cm da extremidade do tubo metálico, como mostra a figura 16. A ponta foi arredondada para facilitar o movimento vertical do braço da alavanca.

Figura 16 – Furo para conectar a garra ao braço da alavanca.

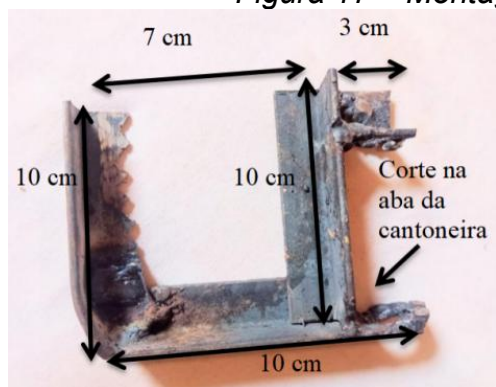


Fonte: Autoria própria

7º Passo – Construção da garra da alavanca

Na montagem da garra da alavanca, foram usadas três cantoneiras de 10,0 cm e uma de 3,0 cm. Em um dos pedaços de 10,0 cm, que ficará na parte frontal da garra, serão necessários pequenos cortes para formar os dentes serrilhados. O pedaço que ficará na parte traseira da garra, será necessário soldar em uma das extremidades um pedaço de cantoneira de 3,0 cm, que servirá como uma aba de conexão. Na parte superior da garra serão soldadas os outros dois de cantoneira, um na extremidade inferior e o outro a 3,0 cm da outra extremidade. Após soldados os quatro pedaços é necessário fazer dois furos para encaixe do parafuso francês. A Figura 17, mostra as visões lateral e superior da garra montada

Figura 17 – Montagem da garra da alavanca



(a) Visão lateral



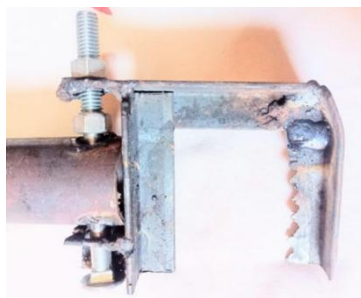
(b) Visão superior

Fonte: Autoria própria

8º Passo – Conexão da garra ao braço da alavanca

Nessa parte da montagem indica-se como deve ser o encaixe entre a garra e o braço da alavanca. O procedimento é alinhar os furos da garra com os do braço, passar o parafuso francês e apertar com arruelas e porcas dispostas entre as junções. Esse sistema deve ser apertado até ficar completamente fixo, a Figura 18 a configuração final.

Figura 18 – Conexão da garra ao braço da alavanca.



Fonte: Autoria própria

9º Passo – Montagem final

A montagem será finalizada com o acoplamento do braço da alavanca na base de apoio, como mostra a figura 19.

Figura 19 – Alavanca Interfixa finalizada



Fonte: autoria própria

Ao finalizar a montagem desse equipamento realizou-se um primeiro teste, que foi documentado no link abaixo:

<https://drive.google.com/file/d/1OZw8HngGFjG8A8Z9xhOBGuAqsPM09yQO/view?usp=sharing>

3. SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO

Considerando o Ensino de Ciências, uma metodologia bastante utilizada e consolidada é a Sequência de Ensino Investigativo (SEI), pois sua abordagem prioriza a investigação como rota para as descobertas científicas. Neste sentido, entende-se que o método científico é fundamental na construção de novos conhecimentos e teorias.

Nesse contexto, pode-se sugerir uma SEI direcionada à investigar a aprendizagem do conceito de Força, articulada à realidade dos estudantes, objetivando propor melhorias no processo da colheita da mandioca em suas comunidades.

Com o foco no protagonismo do aluno, serão apresentadas diferentes situações de utilização de alavancas, estimulando os estudantes a refletir sobre as possíveis aplicações desses mecanismos em atividades do cotidiano local. Então será apresentado um arranjo experimental com alavancas, que permitirá a observação da relação entre a força aplicada e a distância do ponto de apoio. Nesse exemplo, o professor deverá instigar o estudantes a formular hipóteses sobre as observações realizadas. Ao conduzir esse processo, é importante favoreça um ambiente de livre expressão e reflexão, incentivando a resolução autônoma do problema proposto.

3.1. Sequência proposta para aplicação do Produto Educacional

Considerando o Ensino Investigativo, apresentamos a seguir uma sequência de aulas e atividades que oportunizam o protagonismo dos estudantes na aprendizagem do conceito de força e sua aplicação prática na extração das raízes de mandioca. A proposta foi organizada em quatro etapas, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1- Etapas de aplicação do Produto Educacional

Etapas	Conteúdo	Metodologia	Nº de Aulas
Etapa 1	Conceito de força, dados iniciais	Questionário diagnóstico	1
Etapa 2	Força e alavancas	Demonstração e atividade investigativa	2
Etapa 3	Aula de campo: colheita de mandioca	Discussão de hipóteses	1
Etapa 4	Avaliação Final	Questionário final	1

3.2. Etapas de aplicação do Produto Educacional

Cada etapa foi planejada com os seguintes elementos: tempo previsto, conteúdo abordado, organização da turma, desenvolvimento da atividade e considerações finais.

Primeira Etapa

Tempo previsto: 1 aula

Conteúdo abordado: Conceito de força (diagnóstico)

Organização da turma: Individual

Desenvolvimento:

Os estudantes responderão individualmente ao questionário diagnóstico (Anexo 1), a fim de garantir a autenticidade das respostas e evitar influências externas.

Considerações:

Este questionário visa levantar o conhecimento prévio dos alunos acerca do conceito de força, bem como identificar se conhecem ferramentas agrícolas manuais utilizadas em sua comunidade, que envolvam, ainda que implicitamente, o uso de alavancas.

Segunda Etapa

Tempo previsto: 2 aulas.

Conteúdo abordado: Força e alavancas

Organização da turma: Grupos

Desenvolvimento:

O professor apresentará a alavanca desmontada, explicando a função de cada componente, e realizará a montagem com a participação ativa dos alunos, promovendo o desenvolvimento de habilidades manuais.

Em seguida, os grupos realizarão uma atividade lúdica utilizando a alavanca construída. Um estudante servirá como objeto de elevação, possibilitando a experimentação prática da relação entre a força aplicada (Força Potente – FP) e a resistência (Força Resistente – FR), variando as posições relativas ao ponto de apoio. Sugere-se um tempo de 10 minutos por grupo.

Após a atividade prática o professor deverá inserir parâmetros que estão relacionados ao princípio das alavancas como torque e os diferentes tipos de alavancas.

Considerações:

Espera-se que os alunos compreendam que a facilidade ou dificuldade em mover um objeto não depende apenas da força muscular, mas também da posição relativa ao ponto de apoio, estabelecendo uma conexão direta entre a Física e as práticas do dia a dia.

Terceira Etapa

Tempo previsto: 1 aula.

Conteúdo abordado: Aula prática: colheita da mandioca

Organização da turma: Individual

Desenvolvimento:

O professor conduzirá os alunos a uma aula de campo, preferencialmente acompanhado de familiares com as atividades agrícolas, para a aplicação prática da alavanca na colheita da mandioca. Os estudantes deverão anotar as percepções dos familiares quanto ao uso da ferramenta (se houve mais facilidade ou dificuldade em relação ao método tradicional). Sugere-se que alguns alunos realizem a colheita tanto pelo método convencional (puxando o caule manualmente) quanto utilizando a alavanca.

Considerações:

Essa etapa visa evidenciar, aos estudantes, quanto o conceito físico pode ajudar a melhorar a qualidade de vida de seus familiares, além de visualizarem a ferramenta em uso, valorizando o saber científico aliado ao conhecimento tradicional.

Quarta Etapa

Tempo previsto: 1 aula.

Conteúdo abordado: Avaliação final

Organização da turma: Individual

Desenvolvimento:

Os alunos responderão a um questionário final, retornando a pergunta inicial da SEI: “Como o conceito de força pode auxiliar na melhoria do processo de colheita da mandioca em sua comunidade?”.

As respostas permitirão ao professor avaliar o nível de apropriação dos alunos do conceito de força, com base em suas argumentações e na articulação com a prática vivenciada.

Considerações:

Esta etapa busca consolidar o processo de aprendizagem, possibilitando ao professor verificar a eficiência da proposta didática e o desenvolvimentos da capacidade dos alunos de relacionar conceitos científicos com situações reais e concretas do cotidiano.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação será concebida de maneira contínua, conceitual e atitudinal, a partir das indicações reunidas durante a aplicação do questionário diagnóstico, das atividades investigativas e da prática de utilização da alavanca na colheita de mandioca. Tais elementos serão fundamentais para a contextualizar e consolidar o conceito físico abordado.

Espera-se que, ao final do processo, os estudantes consigam não apenas compreender o conceito de força, mas também possam estabelecer relação entre o conteúdo da disciplina de Física e as atividades cotidianas de sua comunidade. Essa integração entre ciência e realidade local tem o potencial de tornar o aprendizado mais significativo e transformador, contribuindo para a valorização do conhecimento científico e para a melhoria da qualidade de vida em seu entorno.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176 – 194, jun. 2003.

ASSIS, A.K.T. **Mecânica Relacional**. Coleção CLE, Vol. 22. Centro de Lógica, Epistemologia e História de Ciência da UNICAMP, Campinas, 1998.

CALDART, Roseli Salete et al. Educação do campo. Dicionário da educação do campo, v. 2, p. 257-265, 2012.

DE SOUZA, Ednilson Sergio Ramalho; DA SILVEIRA, Marisa Rosani Abreu. Etnofísica e linguagem. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 12, n. 23, p. 103-117, 2015.

FRANÇA, Nadyne Nara Amaral de. **O ensino de Ciências por investigação no 6º Ano: o conceito de pressão do ar**. 2019. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro de Educação, Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019. . Disponível em: <<http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/5798>>. Acesso em: 03/05/2021 às 22:16 h.

GHINS, Michel. **A inércia e o Espaço- Tempo absoluto**: De Newton a Einstein. Campinas: Coleção Cle, 1991. 312 p. (19.CCD 115).

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**. 9.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v.I.

MACHADO, Juliana; MARMITT, Débora Beatriz Nass. Conceitos de força: significados em manuais didáticos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 2, p. 281-296, 2016.

MINAYO, M. C. S. & SANCHES, O. Quantitativo-Qualitativo: Oposição ou Complementaridade? Cad. Saúde Públ., Rio de Janeiro, 9 (3): 239-262, jul/set, 1993.

MOLINA, Mônica Castagna; ANTUNES-ROCHA, Maria Isabel; MARTINS, Maria de Fátima Almeida. **A produção do conhecimento na licenciatura em Educação do Campo**: desafios e possibilidades para o fortalecimento da educação do campo. *Revista Brasileira de Educação*, v. 24, p. e240051, 2019.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa subversiva. Série- Estudos-Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB, 2006.

NEWTON, Isaac. Principia — **Princípios Matemáticos de Filosofia Natural**. Nova Stella/Edusp, São Paulo, 1990. Livro I: O Movimento dos Corpos. Tradução de T. Ricci, L. G. Brunet, S. T. Gehring e M. H. C. Célia.

PEREIRA, Suely Lima; ROCHA, Carla Giovana Souza; FORMIGOSA, Marcos Marques. Etnofísica dos mecanismos de alavancas utilizados pelos agricultores na produção da farinha de mandioca, Senador José Porfírio, Pará. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 3, n. 5, p. 152-169, 2020.

POZO, CRESPO, G. Aprendizagem e o Ensino de Ciências: do conhecimento ao conhecimento científico. SCRIBD, 2009.

SOUZA, Maria Antônia de. Educação do campo: políticas, práticas pedagógicas e produção científica. **Educação & Sociedade**, v. 29, p. 1089-1111, 2008.

TIPLER, Paul Allen; MOSCA, Gene. **Física para Cientista e Engenheiros: Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica..** 6. ed. Rio de Janeiro: Performa, 2009. 1 v. (ISBN 978-85-216-1710-5). Tradução de: Paulo Machado Mors

VYGOTSKY, Lev Semyonovich. **Pensamento e linguagem**. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me4685.pdf> Acesso em: 19 nov. 2023.

APÊNDICE A

Questionário diagnóstico

Práticas Cotidianas:

- 1) Quais são as atividades agrícolas mais comuns em sua comunidade rural?
- 2) Você participa de atividades agrícolas, como plantio ou colheita?
Sim ()
Não ()

Uso de Ferramentas Agrícolas:

- 3) Você utiliza ou já utilizou alguma dessas ferramentas agrícolas?
Cavadeira ()
Enxada ()
Carrinho de mão ()
Pá ()
Foices ()

Extração de mandioca:

- 4) Você já viu como é feita a extração da mandioca?
() Sim
() Não

Se sua resposta foi sim, como essa tarefa é realizada?

- 5) Seria possível tornar essa tarefa mais fácil? Como?

Conceito de Força:

- 6) Você já ouviu falar do termo "força" em suas aulas ou em conversas na comunidade?
() Sim
() Não
- 7) Para você, o que é força?

Experiências Práticas com Força:

- 8) Você sabe o que é uma alavanca?
() Sim
() Não

Se sua resposta foi sim, cite um exemplo de alavanca:

Aulas de Física na Escola:

- 9) Como são as aulas de física em sua escola?
- 10) Você acha que os conceitos aprendidos nas aulas de física poderiam facilitar as atividades diárias na zona rural?

APÊNDICE B

Atividade investigativa

Experimento 1 – Coloque os alunos para procurarem o ponto de equilíbrio da alavanca.

Tempo estimado para cada equipe: 2 minutos

Experimento 2 – Após encontrar o ponto de equilíbrio posicione um aluno (com massas diferentes) em cada parte do braço da alavanca. Para facilitar o equilíbrio os alunos deverão estar apoiados pelos seus colegas de grupo, pois a alavanca poderá rotacionar evitando assim possíveis acidentes.

Pergunta sugerida para os grupos:

1) O sistema continua em equilíbrio?

Sim()

Não()

2) Por que o sistema não está em equilíbrio?

Tempo estimado para cada equipe: 2 minutos

Experimento 3 – Agora como os mesmos alunos que estavam posicionados na alavanca e seguindo os procedimentos de segurança adotados no experimento 2 mude o braço da alavanca de forma a diminuir quase que totalmente um de seus lados deixando apenas o espaço para posicionar o aluno com mais massa na parte do braço com menor distância do ponto de apoio e repita o procedimento do experimento 2.

4) Por que agora o aluno com menos massa consegue levantar o aluno com mais massa?

APÊNDICE C

Questionário Final

Sobre a colheita da Mandioca

Atividade 1- Sugira que alguns alunos tentem arrancar as raízes da mandioca de forma manual.

Atividade 2- Agora os mesmos alunos deverão usar a alavanca.

Qual das formas de colheita é melhor? Por quê?

Perspectiva dos estudantes sobre a aplicação do Produto Educacional

- 1) De acordo com nossos estudos, o que é força?
- 2) Você acha que os conceitos aprendidos nas aulas de física poderiam facilitar as atividades diárias na zona rural? Cite um exemplo:

APÊNDICE D

PLANO DE APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Título: Ensino do Conceito de Força Aplicado à Agricultura Familiar: Construção e Utilização de uma Alavanca Interfixa para a Colheita da Mandioca

Público-Alvo: Estudantes do Ensino Médio de escolas situadas em comunidades rurais

Duração: 5 aulas (aulas de 50 minutos)

Objetivo Geral: Investigar e aplicar o conceito físico de força, por meio da construção e uso de uma alavanca interfixa na colheita de mandioca, promovendo a contextualização e a integração entre ciência e realidade local.

Objetivos Específicos

- Identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre força e máquinas simples.
- Explorar o conceito de torque e tipos de alavanca.
- Relacionar aplicações do conceito de força às práticas cotidianas na agricultura.
- Desenvolver habilidades manuais e cognitivas na montagem e uso de uma alavanca.
- Promover o protagonismo estudantil por meio da investigação científica e da aprendizagem significativa.

□

Sequência de Ensino Investigativo (SEI)

Etapas 1: Diagnóstico Inicial

Duração: 1 aula

Conteúdo: Conceito de força; ferramentas utilizadas na agricultura familiar

Metodologia: Aplicação de questionário individual (Anexo 1)

Objetivo: Levantar os conhecimentos prévios dos estudantes.

Etapas 2: Introdução à Alavanca

Duração: 2 aulas

Conteúdo: Força, torque e tipos de alavanca

Metodologia: Montagem coletiva da alavanca interfixa, experimentação em grupos, discussão orientada

Objetivo: Compreender a relação entre distância e força aplicada.

Etapas 3: Aula de Campo

Duração: 1 aula

Conteúdo: Aplicação prática do conceito de força

Metodologia: Colheita de mandioca com e sem a alavanca; registro de impressões dos alunos e familiares

Objetivo: Relacionar teoria e prática, avaliando a funcionalidade do aparato.

Etapa 4: Avaliação Final

Duração: 1 aula

Conteúdo: Sistematização da aprendizagem

Metodologia: Questionário avaliativo final

Objetivo: Verificar a compreensão do conceito físico e sua aplicação real.

Recursos Didáticos

Alavanca interfixa construída

Ferramentas e materiais de montagem

Questionários diagnóstico e final

Quadro branco, canetas, papel, caderno de campo

Avaliação Será realizada de forma diagnóstica, processual e somativa, por meio da observação das atividades em grupo, participação nas discussões, aplicação do conhecimento no experimento e nas respostas aos questionários.

Considerações Finais Esta proposta visa não apenas à aprendizagem conceitual da física, mas também à valorização dos saberes populares, promovendo uma educação contextualizada, significativa e transformadora para os estudantes de comunidades rurais.