

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DE SÃO BERNARDO
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS – QUÍMICA**

LEIA DOS SANTOS BRANDÃO VERAS

**ALAVANCAS E ROLDANAS À LUZ DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E DO
ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO**

São Bernardo

2022

LEIA DOS SANTOS BRANDÃO VERAS

**ALAVANCAS E ROLDANAS À LUZ DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E DO
ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Naturais/Química da Universidade Federal do Maranhão UFMA – Centro de Ciências de São Bernardo, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Ciências Naturais/Química.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Targino Gurgel

São Bernardo

2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Veras, Leia dos Santos Brandão.

Alavancas e roldanas à luz da aprendizagem significativa e do ensino de Ciências por investigação /
Leia dos Santos Brandão Veras. - 2022.
98 f.

Orientador(a): Thiago Targino Gurgel.

Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Naturais -
Química, Universidade Federal do Maranhão, São Bernardo-
MA, 2022.

1. Alavancas e roldanas. 2. Aprendizagem significativa. 3. Ensino de Ciências por investigação. 4. Ensino de Física. I. Gurgel, Thiago Targino. II. Título.

LEIA DOS SANTOS BRANDÃO VERAS

**ALAVANCAS E ROLDANAS À LUZ DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA
E DO ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Naturais/Química da Universidade Federal do Maranhão UFMA – Centro de Ciências de São Bernardo, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Ciências Naturais/Química.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Targino Gurgel

Aprovada em: 14 / 12 / 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Thiago Targino Gurgel (orientador)
Doutor em Física – UFS
UFMA – Centro de Ciências de São Bernardo

Prof. Josberg Silva Rodrigues
Doutor em Física – UFMA
UFMA – Centro de Ciências de São Bernardo

Profa. Rosa Maria Pimentel Cantanhede
Doutora em Educação – UFF
UFMA – Centro de Ciências de São Bernardo

Profa. Vilma Bragas de Oliveira (suplente)
Doutora em Produção Vegetal – UENF
UFMA – Centro de Ciências de São Bernardo

Dedico à minha família, sobretudo à minha mãe e meu pai, que me ensinaram o caminho da Vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo seu amor, por sua misericórdia e graça. Sem Ele eu não teria conseguido, graças te dou meu Senhor porque Tu és bom para sempre.

Ao meu orientador, professor Dr. Thiago Targino Gurgel, por suas ricas orientações ao dedicar o seu tempo para fazer-me melhorar, com dedicação e paciência. Agradeço também pela oportunidade de participar do Grupo de Pesquisa e Ensino de Física (GPEF), pelo qual pude desenvolver este trabalho e ter mais contato com a Física.

À minha família que muito me encorajou em todos os momentos, à minha mãe querida, Maria de Jesus e ao meu pai José Ribamar por me amarem e me apoiarem sempre me dando forças, principalmente em momentos críticos em que pensei desistir. Ao meu esposo Jociel pelo carinho, que sempre me apoiou e me incentivou. Ao meu filho Jonas, meu querido, ainda que pequeno, compreendia, amo você! Aos meus irmãos, que também me incentivaram, em especial Isaías e Jéssica que por muitas vezes dedicaram seu tempo para ajudar-me enquanto eu estudava. Vocês são meu porto seguro! Não poderia deixar de agradecer aos meus sogros e cunhadas e cunhadas.

Agradeço também aos professores do curso pelas contribuições na minha formação, em especial aos professores que compuseram banca.

Agradeço a Antônio Eduardo, professor da turma que realizei a pesquisa no Centro de Ensino São Francisco, e aos alunos que contribuíram essencialmente para a realização deste trabalho.

Aos meus colegas e amigos, por todos os momentos compartilhados, pelos incentivos, tristezas e alegrias durante o curso.

RESUMO

Alavancas e roldanas são máquinas simples que auxiliam inúmeras tarefas, essas máquinas também são abordadas nos conteúdos de Física do ensino médio em vista da comodidade encontrada em seu uso estar relacionada com fenômenos físicos. Este trabalho objetivou evidenciar o ensino-aprendizagem de alavancas e roldanas na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa em uma abordagem didática do ensino de Ciências por investigação no primeiro ano do Ensino Médio. O estudo foi desenvolvido a partir da metodologia qualitativa com aplicação de uma sequência didática baseada em três momentos em sala de aula numa escola estadual de Ensino Médio, em uma turma de primeiro ano. O primeiro momento sondou os conhecimentos prévios, no segundo momento foram realizadas atividades experimentais da temática estudada e no terceiro momento realizou-se uma avaliação. Observou que os alunos ainda não tinham tido contato nem com o assunto estudado e nem com a abordagem empregada. Nos resultados obteve algumas dificuldades na avaliação do desempenho após a aplicação da metodologia, no entanto, houve uma melhora significativa à medida que as atividades iam sendo realizadas. As atividades realizadas com base na aprendizagem significativa e no Ensino de Ciências por investigação possibilitaram mais autonomia para os alunos, bem como, favoreceu o processo ensino-aprendizagem em diversos conceitos relacionados a alavancas e roldanas.

Palavras-chave: alavancas e roldanas; aprendizagem significativa; ensino de Ciências por investigação; ensino de Física.

ABSTRACT

Levers and pulleys are simple machines that assist in numerous tasks, these machines are also addressed in Physics content in high school because of the comfort found in their use is related to physical phenomena. This paper aimed to highlight the teaching-learning of levers and pulleys from the perspective of the Meaningful Learning Theory in a didactic approach to teaching science by inquiry in the first year of high school. The study was developed from a qualitative methodology with the application of a didactic sequence based on three moments in a classroom in a state high school, in a first year class. The first moment probed the students' previous knowledge, in the second moment experimental activities on the studied theme were carried out, and in the third moment an evaluation was done. She observed that the students had not yet had contact with the subject studied nor with the approach used. In the results there were some difficulties in assessing performance after the application of the methodology, however, there was a significant improvement as the activities were carried out. The activities based on meaningful learning and inquiry-based science teaching allowed more autonomy for the students, and favored the teaching-learning process in several concepts related to levers and pulleys.

Keywords: levers and pulleys; meaningful learning; inquiry-based science teaching; physics teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O torque τ em relação ao plano.	31
Figura 2 – Estudando os tipos de alavancas.....	42
Figura 3 – Pesinho levantando pesão.	43
Figura 4 – A porta-torque.	43
Figura 5 – Experimento alavanca inter-resistente.	49
Figura 6 – Alunos discutem e preparam o experimento da alavanca inter-resistente.	49
Figura 7 – Experimento polias.....	51
Figura 8 – Alunos montam, observam e discutem a segunda atividade experimental relacionada às polias.....	51
Figura 9 – Experimento a porta-torque.....	53
Figura 10 – Gráfico da relação entre o número de estudantes e o número de acertos.	55
Figura 11 – Relação percentual dos estudantes e o número de acertos.	57
Figura 12 – Ilustração de uma alavanca interfixa	76
Figura 13 – Ilustração de uma alavanca Inter-resistente.....	76
Figura 14 – Ilustração de uma alavanca interpotente.....	77
Figura 15 – Exemplos de alavancas.	77
Figura 16 – Efeito do torque de uma chave sobre um parafuso.....	78
Figura 17 – Ilustração de uma polia fixa.....	82
Figura 18 – Ilustração de uma polia móvel e uma fixa	83
Figura 19 – Sistema de duas polias móveis e duas fixas com cabo único. (a) Cadernal, (b) Talha simples, (c) moitão e (d) diagrama esquemático mostrando situação análoga à tensão T do cabo para as configurações em (a), (b) e (c).....	83
Figura 20 – Mapa conceitual de alavancas	85
Figura 21 – Mapa conceitual de roldanas	86

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Pressupostos teóricos da Teoria da Aprendizagem Significativa	12
2.2	Pressupostos teóricos do ensino de Ciências por investigação	16
2.2.1	Ensino de ciências por investigação: promovendo a argumentação	20
2.2.2	A problematização no ensino de Ciências por investigação	21
2.2.3	O ensino de Ciências por investigação e a Natureza da Ciência	21
3	A aprendizagem significativa e o ensino de Ciências por investigação ..	22
3.1	Uma breve reflexão sobre o ensino de física	23
3.2	Alavancas e roldanas	26
3.2.1	Características físicas das alavancas	27
3.2.2	Características físicas das roldanas	34
4	METODOLOGIA	39
4.1	A sequência didática	39
4.2	O assunto e a concretização da metodologia	39
4.3	O primeiro momento – apresentação do problema (diagnóstico dos conhecimentos prévios e pré-teste)	41
4.4	O segundo momento – o problema experimental (as atividades experimentais)	41
4.5	O terceiro momento – o questionário	44
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
	REFERÊNCIAS	62
	APÊNDICE A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA	71
	ANEXO A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA (TEXTOS DE APOIO)	96

1 INTRODUÇÃO

Alavancas e roldanas são temas de Física no Ensino Médio que ao serem ensinados permitem um diálogo com o cotidiano do aluno e com seus conhecimentos prévios, este assunto, como outros também, possibilitam mediações com abordagens didáticas do ensino de Ciências por investigação (CARVALHO, 2018, 2021) ao passo que os estudantes realizam investigações através de problemas teóricos e atividades experimentais. Estudar essas máquinas simples é de grande utilidade para o ensino de Física e essencial para aprendizagem de mecânica básica (BARBIERI, 2011).

Para possibilitar a aprendizagem significativa, são necessárias intervenções que promovam a investigação por parte dos educandos, que lhes proporcionem mais autonomia (POLITO; BARCELLOS COELHO, 2021, p. 338, SASSERON, 2015); e interações que lhes incentivem a argumentação (FERRAZ; SASSERON, 2017), ainda os levem a perceber que são capazes de construir conhecimento (CARVALHO; SASSERON, 2018), Carvalho, R.; De-Carvalho, P.; Miranda (2021, p. 161) ponderam que “na abordagem do EnCi (Ensino de Ciências por Investigação) o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos é de suma importância” corroborando com a Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2000; MOREIRA, 2012a), como também a importância de relacionar um conteúdo novo com o conhecimentos anteriores do aluno.

Moreira (2021, p. 2) argumenta que “ensinar e aprender física envolve conceitos e conceitualização, modelos e modelagens, atividades experimentais, competências científicas, aprendizagem significativa” entre outros que englobam desafios no ensino desta ciência, e que como o autor argumenta não são novos. Portanto, o ensino-aprendizagem destas máquinas simples, quando aliado à Teoria da Aprendizagem Significativa e a abordagem do ensino de Ciências por investigação traz condições favoráveis para aprendizagem, tal como, amplia as atividades e a forma como elas são mediadas em sala de aula, como por exemplo atividades experimentais que melhorem o entendimento de conceitos como torque, braço de alavanca, diferenças nos tipos de polias e força aplicada.

Além disso, implementar tais condições na sala de aula implica em respostas às perguntas, por que ensinar física? Por que aprender física? Dado que, esses e outros questionamentos deveriam estar no cerne da compreensão da física como uma ciência importante e indissociável da cognição humana, tendo em vista suas inúmeras

aplicações para a evolução e o conforto da humanidade, seu legado, o sentido social e econômico que integra a formação cultural e educacional das pessoas (SILVA; TOTTI, 2015).

Porquanto, a literatura tem sido enfática em mostrar que muitas vezes existe um desprazer do aluno em estudar Física, Moreira (2018), Bonadiman; Nonenmacher (2007), Moreira (2021) Pereira (2020), como também, o baixo desempenho destes nesse componente. Portanto, o objetivo geral deste trabalho é evidenciar o ensino-aprendizagem de alavancas e roldanas na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa em uma abordagem didática do ensino de Ciências por investigação no primeiro ano do Ensino Médio.

Para tanto, o ponto de partida é a proposição de que ao mediar o assunto alavancas e roldanas com base nos conhecimentos prévios dos alunos, a partir de seu cotidiano com a abordagem do ensino por investigação e o material potencialmente significativo que é a sequência didática, a aprendizagem poderá ser significativa, uma vez que o aluno se torna ativo durante o percurso durante o percurso das atividades, o que permite ao aluno adquirir o conhecimento científico. Posto isto, foi realizada uma pesquisa qualitativa, com ministrações de aulas numa escola de ensino médio, a partir da abordagem mencionada e levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, bem como, a aplicação de uma sequência didática com atividades experimentais e de questionário como avaliação.

Então, para a realização do objetivo geral seguiu-se os objetivos específicos que foram: conhecer e diagnosticar os conhecimentos prévios da turma a respeito das alavancas e roldanas; aplicar a sequência didática como material potencialmente significativo; promover a investigação nos alunos durante o percurso das atividades; realizar atividades experimentais de baixo custo de modo a incentivar a investigação e a formulação de hipóteses; aplicar questionário como avaliação.

O estudo discute de forma conceitual as bases da Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Paul Ausubel (AUSUBEL, 2000), a partir da visão clássica (MOREIRA, 2012a), também discorre sobre os fundamentos teóricos e metodológicos da abordagem didática do ensino de Ciências por investigação (CARVALHO, 2018; SASSERON, 2015), coadunando com o ensino de Física na aprendizagem das alavancas e roldanas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

No referencial teórico que embasa a pesquisa, tem-se os pressupostos teóricos da Teoria da Aprendizagem Significativa, pelo qual são discutidos, na visão dos autores, os conhecimentos prévios, os tipos de aprendizagem, a predisposição para aprender, entre outros. Em seguida, são discutidos os fundamentos teóricos do ensino de Ciências por investigação com os principais autores nacionais que estudam essa abordagem. Após isso, é feito um comparativo em que ambos se complementam. Por último, um estudo conceitual das alavancas, como também sobre roldanas.

2.1 Pressupostos teóricos da Teoria da Aprendizagem Significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Paul Ausubel relaciona a aprendizagem com o conhecimento prévio do aprendiz, algo que ele já tenha em mente que pode ser relacionado ao novo conhecimento (AUSUBEL, 2000), Moreira (2012a, p. 2) explica que a aprendizagem significativa “é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe”. É substantiva porque não é algo que é recebido pela estrutura cognitiva na forma que lhe é repassado, sem primeiro existir uma relação entre conceitos anteriores. Não arbitrária porque não é qualquer ideia prévia, porém um conceito relevante, que é específico em concordância com o novo conhecimento (MOREIRA, 2012a).

A aprendizagem se torna efetiva quando é significativa, pois com isso quem aprende consegue enxergar sentidos nos novos conhecimentos, além de que a estrutura cognitiva se organiza para fazer a ancoragem entre os novos conhecimentos e os já existentes. A ancoragem é feita através do conhecimento prévio, subsunção ou ideia-âncora, este para Ausubel, poderia ser um símbolo, um conceito, uma imagem, uma proposição, um modelo mental, algo que fosse realmente relevante na estrutura cognitiva (MOREIRA, 2012a).

O conhecimento prévio serve de matriz ideacional e organizacional, uma vez que permite que os novos conhecimentos sejam incorporados, compreendidos e fixados ao serem ligados por ideias relevantes na estrutura cognitiva (MOREIRA, 2011). Para Ausubel a variável isolada que mais influencia na aprendizagem é o

conhecimento prévio, tanto que se fosse necessário escolher uma variável para determinar a aprendizagem significativa ele escolheria essa (MOREIRA, 2011, 2012a).

Pelizzari *et al.*, (2002, p. 38), corroboram sobre isso ao afirmarem que “a aprendizagem é muito mais significativa à medida que o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento de um aluno e adquire significado para ele a partir da relação com o seu conhecimento prévio” em vista do novo conteúdo ou novo conhecimento se solidificar mais facilmente ao ligar-se ao subsunçor, que lhe confere estabilidade, bem como, amplia os sentidos e os significados do novo aprendizado.

A Teoria da Aprendizagem Significativa vem de uma perspectiva cognitivista construtivista, porque se preocupa com a organização e integração de novas ideias, de novos conhecimentos e em compreender como isso ocorre na chamada estrutura cognitiva, pois, busca explicar como ocorre o ato de conhecer, compreender e armazenar informação, o cognitivismo construtivista, em especial o de Ausubel está mais relacionado propriamente à sala de aula, às interações de aprendizagem que ocorrem dentro do ambiente escolar, pois é bem mais específico à aprendizagem de conceitos, baseada na premissa de que o aprendiz constrói seu conhecimento, ou seja de assuntos voltados ao ensino-aprendizagem e à educação (MOREIRA, 1999, 2013; SOUZA e OLIVEIRA, 2012).

A aprendizagem significativa pode se manifestar de diversos tipos, como: aprendizagem representacional, aprendizagem conceitual e aprendizagem proposicional. A aprendizagem representacional tem proximidade com a aprendizagem por memorização, uma vez que estabelece uma ligação entre os significados e os referentes, que podem ser objetos, acontecimentos ou conceitos, de um modo que os referentes submetem esses significados sem qualquer especificação, é uma forma de aprendizagem mais geral, que está presente na estrutura cognitiva desde os primeiros anos de vida (AUSUBEL, 2000).

A aprendizagem significativa conceitual é desenvolvida pela capacidade de atribuir significados específicos a um determinado objeto, acontecimento ou situação, que são os conceitos, esses atributos possuem interligação específica para com seus símbolos (AUSUBEL, 2000). Esta aprendizagem é mais complexa que a aprendizagem representacional por conseguir diferenciar e isolar eventos, é o que Moreira (2012a, p. 16) chama de perceber “regularidades em eventos ou objetos”.

A aprendizagem significativa proposicional se dá quando há o contato com uma atividade potencialmente significativa, nesse momento são feitas as proposições, daí o seu nome, esta aprendizagem vem de uma conexão com as outras aprendizagens anteriores, e utiliza os conceitos e representações existentes na estrutura cognitiva para estabelecer os significados às proposições, embora não sendo estas o resultado das somas dos conhecimentos anteriores, pois existem modificações (AUSUBEL, 2000; MOREIRA, 2012a).

A organização do conhecimento na estrutura cognitiva (que é a hierarquização dos conhecimentos prévios) quando ocorre aprendizagem significativa dá-se pela hierarquização de conceitos, os conhecimentos prévios organizam esses novos conhecimentos em um sentido hierárquico para que possam ocorrer dois processos: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora (MOREIRA, 2012a). Diferenciação progressiva é um processo que objetiva a especificidade de um subsunçor pois “é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos” (MOREIRA, 2012a, p. 6), com isso, o novo conhecimento torna-se diferente de outros que já estão na estrutura cognitiva, ou outros que ainda irão ser adquiridos, é uma forma de compreender determinado objeto, diferenciando-o de outros.

A reconciliação integradora ou integrativa, simultaneamente à diferenciação progressiva, permite a organização hierárquica dos novos conhecimentos, desfazendo inconsistências e diferenças, integrando os significados e superordenando os conceitos (MOREIRA, 2012a). É uma ação da estrutura cognitiva em complementar a diferenciação progressiva para que possam existir pontes entre os novos conhecimentos e os já adquiridos.

Não em contraponto ou em dicotomia à aprendizagem significativa (MOREIRA, 2012a), tem-se a aprendizagem mecânica ou por memorização, que é a mais comum e acontece pelo fato de não haver ligação do novo conhecimento com um conhecimento prévio do aluno, que é nomeado por Ausubel de subsunçor ou ideia âncora (MOREIRA, 2012a), no entanto a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa “podem colocar-se facilmente num contínuo memorização-significativo” (AUSUBEL, 2000, p. 5) uma podendo se iniciar e a outra se ancorar cognitivamente.

Sendo que, a aprendizagem significativa é mais eficaz e efetiva que a aprendizagem mecânica, pois “a aprendizagem mecânica ou memorística se dá pela

absorção literal e não substantiva do novo material. O esforço necessário para esse tipo de aprendizagem é muito menor” (TAVARES, 2010, p. 7) o que implica em uma memorização sem sentidos e significados, que quando exposta a outras situações diferentes da que foram utilizadas, não se consegue fazer uma relação ou explicação da mesma (MOREIRA, 2012a, 2013, 2017, 2018b).

No entanto existem condições para que a aprendizagem significativa possa ocorrer além da primeira que são os conhecimentos prévios do aprendiz. São elas: a predisposição para aprender e o material de estudo precisa ser potencialmente significativo (AUSUBEL, 2000; MOREIRA, 2012a). Ausubel; Novak; Hanesian (1980, apud Brum e Schuhmacher, 2015) afirmam que é necessária uma disposição do estudante para aprender, tanto que se ele quiser memorizar arbitrária e literalmente a nova aprendizagem, nada o fará aprender de forma significativa, essa aprendizagem será exclusivamente, mecânica.

A outra condição é que o material tem que ser potencialmente significativo ou conteúdo potencialmente significativo, isto é evidente quando o material se adequa a estrutura cognitiva do aprendiz, ou seja, deve ser pensado e produzido de forma a abarcar os conhecimentos prévios, com uma linguagem específica e facilitadora (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980 apud BRUM; SCHUHMACHER, 2015).

Portanto, além de ter conhecimentos prévios em sua estrutura cognitiva, o aprendiz também precisa ter uma predisposição para aprender, esta predisposição pode ser estimulada pelo material utilizado ou pela forma como o ensino é mediado, que devem ser potencialmente significativos, por conseguinte, essas variáveis se relacionam para que haja a aprendizagem significativa (SILVA, J., 2020).

Materiais que podem ser potencialmente significativos e podem mapear de forma hierárquica os conceitos, são os mapas conceituais (MOREIRA, 2012b). Os mapas conceituais são estruturas esquemáticas que representam conexões mais gerais ou específicas entre proposições, o que possibilita a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa (TAVARES, 2007).

Assim, Silva Filho; Ferreira (2022) destacam que a aprendizagem, quando relacionada a aprendizagem significativa, é considerada como um processo em que a estrutura cognitiva é ampliada e reorganizada de modo que a assimilação possa ocorrer de maneiras distintas em relação aos novos conceitos, no entanto, sempre na direção de se estabelecerem com os conceitos já existentes na estrutura cognitiva em harmonia não arbitrária a partir de uma ancoragem conceitual.

2.2 Pressupostos teóricos do ensino de Ciências por investigação

O ensino de Ciências por investigação ou ensino por investigação, também chamado de *inquiry*, recebeu influência do filósofo e pedagogo americano John Dewey no final do século XIX e início do século XX, conhecido por suas ideias progressistas e por sua defesa da democratização do conhecimento científico, na literatura encontram-se diversas conceituações deste ensino como: ensino por descoberta, aprendizagem por projetos, questionamentos, resolução de problemas (ANDRADE, 2011; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). Inclusive os autores Zômpero; Laburú (2011) e Andrade (2011) utilizam os termos “atividades investigativas” para se relacionar a essa tendência no ensino de Ciências.

Diante das perspectivas e abordagens que tornam o termo ensino por investigação polissêmico (CARVALHO, R; DE-CARVALHO, P.; MIRANDA, 2021, SÁ, 2009, ZÔMPERO; LABURÚ, 2010), a abordagem do ensino de Ciências por investigação neste trabalho, foca nas abordagens descritas por Carvalho (2021, 2018), Zômpero e Laburú (2011, 2010), Sasseron (2015, 2021) entre outros trabalhos e autores, bem como o uso de expressões como atividades investigativas ou ensino investigativo surgem no decorrer do texto.

Conforme Zômpero; Laburú (2011), atualmente o objetivo desta abordagem não é formar alunos cientistas, mas tem por finalidade o desenvolvimento de habilidades cognitivas, como a elaboração de hipóteses, anotação e análise de dados e possibilitar a capacidade de argumentação. O que leva os educandos ao entendimento do fazer científico, respeitando o seu nível de ensino, bem como, o seu desenvolvimento científico, como afirma Carvalho (2021) que o ensino de Ciências por investigação não deve gerar expectativas para que os alunos se comportem como cientistas, pois eles não têm idade, nem desenvoltura e nem dominam ferramentas necessárias para tal.

Vieira (2012) aponta que ensinar por investigação exige uma aproximação dos conhecimentos científicos aos conhecimentos escolares para impedir a passividade do aluno, bem como levar o educando a buscar respostas para situações de problemas reais e culturalmente relevantes. O ensino de ciências por investigação constitui-se como uma abordagem de ensinar e aprender própria das ciências, o que torna relevante a participação do aluno em seu processo de aprendizagem.

Suart; Marcondes (2018) sintetizam que o ensino por investigação ocorre por meio de ações estruturadas em que os estudantes têm a oportunidade de investigar explicações “para uma situação problema norteadora, propor hipóteses e avaliar dados à luz do conhecimento científico” (SUART; MARCONDES, 2018, p. 3), ao resolverem a situação problema, as autoras ainda destacam que os estudantes desenvolvem habilidades cognitivas e argumentativas.

Baptista (2010, p. 117) destaca que esta abordagem é “uma orientação que enfatiza o questionamento, resolução de problemas, descoberta e comunicação. Utiliza processos da investigação científica refletindo o modo como os cientistas trabalham e fazem ciência.” Conseqüentemente, os alunos entendem a ciência como parte da sua vida, a partir de uma perspectiva que a mostra como além de uma disciplina ou componente curricular, bem como, apresenta estes de um modo diferente, tornando a investigação como atenuadora da aprendizagem. Reforçando que o ensino de Ciências por investigação favorece a Alfabetização Científica¹, Sasseron (2021) aponta que as ciências abordadas necessitam superar serem simplesmente, uma lista de conteúdos disciplinares, entretanto, devem possibilitar o envolvimento dos alunos para que possam entender as características do fazer científico, entre estes: a investigação, as interações discursivas e a divulgação de ideias. Para explicar o que é investigação a autora diz que

No dicionário, a palavra “investigação” aparece como sinônimo de pesquisa, de busca. Neste momento podemos começar a pensar no que seja a investigação científica. [...] uma investigação científica pode ocorrer de maneiras distintas e, certamente, o modo como ocorre está ligado às condições disponibilizadas e às especificidades do que se investiga, mas é possível dizer que toda investigação científica envolve um problema, o trabalho com dados, informações e conhecimentos já existentes, o levantamento e o teste de hipóteses, o reconhecimento de variáveis e o controle destas, o estabelecimento de relações entre as informações e a construção de uma explicação. (SASSERON, 2021, p. 43).

Nesse sentido, Sasseron (2021) destaca que, a investigação, quando relacionada ao ensino de Ciências pode ocorrer de inúmeras formas, como também depende da maneira que as condições oferecidas aos alunos lhes são propostas e como ela está sendo especificada mediante os assuntos estudados, propostos na grade curricular, mas o que diferencia a investigação científica, que é proposta pelo

¹ Sasseron (2008, p. 12) explica que a Alfabetização Científica é uma forma de “planejar o ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-lo e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes, de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico.” Porém, não se pretende, neste trabalho, se aprofundar neste conceito.

ensino de Ciências por investigação é que ela se inicia com um problema, ou seja com uma questão a ser resolvida. Posteriormente, são desencadeados outros elementos inerentes à investigação como por exemplo, os conhecimentos já existentes e o levantamento e o teste de hipótese.

As interações discursivas se classificam como debates, que são conversas que possibilitam a exploração de ideias entre os pares, professor e alunos podem discutir sobre o tema da aula com troca de ideias que fundamentam o que eles pretendem explicar, é uma forma do professor permitir que os alunos falem e que suas falas sejam aprofundadas ou mesmo esclarecidas pelo professor (SASSERON, 2021). Dessa maneira a aula com a proposição de um problema, pode gerar diálogos fundamentais para continuação dela, o que resulta em interações discursivas.

Sasseron (2021) ainda reforça que a divulgação de ideias também remete às interações discursivas, contudo é uma maneira mais profunda de se expressar, em vez de somente a comunicação oral, a escrita se torna relevante, com isso, uma ideia pode ser reformulada, refutada ou mais bem fundamentada, o que faz com que os alunos entendam o conhecimento científico, não como estático, imutável ou inquestionável, mas que ao longo de processos de investigações e descobertas, podem surgir novas interpretações. Além disso, a divulgação de ideias, também promove a compreensão, ainda que às vezes, ingênua, de como ocorrem as divulgações científicas.

Carvalho (2021) aponta que o ensino investigativo se caracteriza pela sequência de aulas organizadas, planejadas e estruturadas com o uso de interações didáticas e materiais que proporcionam aos alunos condições para a busca dos seus conhecimentos prévios e início dos novos, possuem ideias próprias e discuti-las com seus pares, podendo perpassar do conhecimento espontâneo ao científico e a aquisição de conhecimentos já estruturados por gerações anteriores.

Carvalho (2018, p. 766) destaca que no ensino de Ciências por investigação, tanto para o nível fundamental quanto para o nível médio (ensino de Física), o professor cria condições para que seus alunos possam:

- a) “pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento;” (CARVALHO, 2018, p. 766). sabendo analisar os problemas e proposições que lhes são propostos;
- b) “falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos;” (CARVALHO, 2018, p. 766) sabendo argumentar conforme os seus conhecimentos construídos a partir do estudo do problema e de suas ideias prévias;

- c) “lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido;” (CARVALHO, 2018, p. 766) compreenderem de forma crítica dispensando respostas prontas do professor;
- d) “escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas.” (CARVALHO, 2018, p. 766). Sabendo transcrever com base nos conhecimentos construídos.

Carvalho (2018) também aponta que, primeiramente, para que o ensino de ciências por investigação possa ocorrer, é necessário que a aula comece com um problema que pode ser experimental ou não, no problema experimental (que inclui a realização de experimento com a participação dos alunos ou feito por eles) a organização e a disposição de materiais como, o aparato experimental e textos ou figuras que auxiliem os alunos na resolução, são importantes, como também, a facilidade de manejá-los. O problema também deve ser algo que esteja contido na cultura dos alunos para que suas ideias prévias possam ser expressas e aplicadas durante a resolução e seja algo que não lhes cause espanto, para que se sintam motivados a resolver (CARVALHO, 2021).

No problema não experimental, são realizadas atividades que não envolvem experimentos, mas que podem ser utilizados ou não, dados de experimentos. Nesse sentido, são exploradas diversas linguagens das ciências para a resolução do problema, como a linguagem gráfica (leitura e interpretação de tabelas ou gráficos), a linguagem matemática, e a interpretação de textos (CARVALHO, 2021).

Um bom problema se define como aquele que permite que os alunos resolvam e expliquem os fenômenos envolvidos, permite que as hipóteses levantadas levem a determinar as variáveis, os alunos conseguem relacionar com o mundo em que vivem, posteriormente, o conhecimento pode ser utilizado em conteúdos que se relacionam, e no problema experimental as relações causais e legais também são construídas com testes de hipóteses e construção da linguagem científica (CARVALHO, 2018).

O ensino por investigação é uma abordagem didática, por isso pode suscitar inúmeras estratégias metodológicas que auxiliem o professor e os alunos a desenvolverem a investigação em sala de aula (SOLINO; FERRAZ; SASSERON, 2015; SASSERON, 2015). Portanto, serão discutidos alguns aspectos pertinentes a essa abordagem didática, além dos que já foram explicitados, como: a sistematização do conhecimento, a contextualização, a argumentação, a problematização e a compreensão da Natureza da Ciência.

Na proposição do problema, tem-se a sistematização do conhecimento (como uma atividade para finalizar a aula) e a contextualização, na sistematização do conhecimento Carvalho (2021, p. 15) explica que:

Um texto de sistematização, então se torna extremamente necessário, não somente para repassar todo o processo de resolução do problema, como também o produto do conhecimento discutido em aulas anteriores, isto é, os principais conceitos e ideias surgidos. E tanto o processo da solução do problema como o produto agora são apresentados em uma linguagem mais formal, ainda que compreensível aos alunos. A sistematização dessa linguagem mais formal torna-se necessária, uma vez que, durante todo o debate em que se deu a construção do conhecimento pelo aluno, a linguagem da sala de aula era muito mais informal que formal.

Nesta parte, tem-se uma reconstrução da aula, os alunos relembram os conceitos estudados, melhorando o entendimento do assunto, o que faz com que compreendam o que aprenderam e em que, dúvidas ainda podem surgir, também podem corrigir aspectos informais em suas falas ou linguagens. A contextualização “é uma questão elementar, singela mesmo, mas que leva o aluno, na sua imaginação, da sala de aula à sua realidade” (CARVALHO, 2021, p. 16) desse modo, a autora enfatiza que é uma forma de fazer o aluno perceber o assunto estudado por meio de fatos que circundam sua realidade, destacando que, a contextualização deve estar presente, principalmente no estudo das ciências, pois implica em mostrá-las como participantes da vida dos alunos.

2.2.1 Ensino de ciências por investigação: promovendo a argumentação

A argumentação no ensino de Ciências por investigação também se torna uma importante ferramenta para que o aluno construa conhecimento, com isso o aluno deixa de ser mais passivo tornando-se ativo intelectualmente (CARVALHO; SASSERON, 2018), Oliveira (2021, p. 64) defende que a argumentação é “todo e qualquer discurso do aluno, no qual este apresente opinião sobre o fenômeno trabalhado, com suas descrições, suas ideias, suas hipóteses e evidências, suas justificativas e explicações para seus resultados obtidos durante o experimento.” O discurso do aluno durante a investigação de um fenômeno é relevante, uma vez que, propicia a fala e a participação, bem como, ajuda o professor a identificar pontos importantes a serem trabalhados.

Scarpa, Sasseron, Silva (2017) sustentam que o pensamento crítico é desenvolvido ao se realizar a argumentação, como também a análise e a inferência,

as autoras ainda defendem que a argumentação pode ser um processo, quando faz parte de um engajamento de pessoas que discutem ideias controversas ou como um produto, quando há a justificação de uma afirmação, ambos estão interligados e funcionam para refutar ou afirmar. A argumentação não é um talento adquirido desde o nascimento, mas sim uma habilidade desenvolvida, produto da prática intensiva que é potencializada pela tomada de consciência e pelas regras envolvidas na elaboração do discurso.

Segundo Sasseron (2015) a argumentação pode ser tomada como um modo para avaliar a construção do entendimento, ainda que esse seja divergente, para que se busque meios para a convergência ou não. A autora ainda afirma que a investigação e a argumentação identificam o fazer científico e mesmo que seja diferente das práticas daqueles que fazem ciência, por ser utilizada com finalidades didáticas, clarifica aos estudantes sobre o que seja as ciências, tal como permite discussões sobre conceitos e modelos científicos.

2.2.2 A problematização no ensino de Ciências por investigação

O ensino de Ciências por investigação também promove a problematização e o entendimento da natureza da ciência, na problematização Capecchi (2021) entende que é uma forma de problematizar o cotidiano do aluno, visando a compreensão de uma ciência socialmente construída fazendo parte do uso de ferramentas culturais e práticas e tendo como base o compartilhamento de valores. De acordo com a autora a problematização pode construir um ambiente que permite “a exploração de situações de uma perspectiva científica” (CAPECCHI, 2021, p. 24) pela qual não se enxerga a ciência como produto acabado, como que não houvesse mais perguntas a serem feitas ou respostas a serem dadas.

Além disso, a problematização confere um sentido social à investigação (CARVALHO, 2018), o que proporciona a compreensão de diversos fatores que influenciam direta e indiretamente a realidade dos alunos.

2.2.3 O ensino de Ciências por investigação e a Natureza da Ciência

Sobre a natureza da ciência, Moura (2014) diz que não são poucas as ideias que tentam explicar o que seria de fato a natureza da ciência, existem muitas visões

e autor utiliza duas, ambas essas visões destacam como seria o fazer científico que incumbiria na natureza da ciência, no entanto, ressalta-se, que, conhecer a natureza da ciência implica em entender como ela é construída (MOURA, 2014), por isso o autor argumenta que

Não há um método científico único, como uma “receita de bolo” a ser seguida passo a passo. Certamente o fazer científico se baseia em métodos, mas não em um único. O conhecimento científico é construído com o uso de diversos métodos que envolvem a experimentação, a elaboração e a verificação de hipóteses, as concepções e as expectativas dos cientistas etc.; ou seja, o ponto a ser destacado é a *multiplicidade* de formas como o trabalho científico é feito, e não exatamente como essas formas se relacionam. (MOURA, 2014, p. 36, grifo do autor).

Portanto, importa que as características da natureza da ciência sejam implementadas em sala de aula, e o ensino de Ciências por investigação oportuniza isso aos alunos (BRICCIA, 2021), como a diversidade de métodos, e não somente um único método em que se possa aprender e fazer ciência, a experimentação e a elaboração de hipóteses, as concepções dos alunos, como a realidade que os cerca e suas percepções sobre o mundo e a ciência (BRICCIA, 2021; MOURA, 2014).

Briccia (2021) afirma que para entender a inserção destes aspectos em sala de aula é preciso conceber a ciência como um corpo de conhecimentos tendo em vista, sua construção, e que isso não implica na noção de os alunos formularem novas teorias, porém compreenderem suas características, ou seja, o “fazer ciência”, e que essas características estejam inclusas no cotidiano de estudo dos alunos. Como também, Briccia; Carvalho (2011) afirmam que a ciência deve ser interpretada como produto dos aspectos sociais e políticos e que o seu desenvolvimento também reflete os interesses pessoais dos cientistas.

3 A aprendizagem significativa e o ensino de Ciências por investigação

Portanto, qual a relação entre ensino de Ciências por investigação e aprendizagem significativa? Existem consensos e perspectivas dos autores que convergem a abordagem ensino por investigação e a Teoria da Aprendizagem Significativa, ambos buscam a construção do conhecimento, a ênfase no conhecimento prévio, a participação do aluno, ou seja, sua atividade em vez de passividade, a problematização, o entendimento da ciência como em permanente construção, entre outros (CARVALHO, 2021; MOREIRA, 2012a, 2021; VIEIRA, 2012).

Zômpero; Laburú (2010) enfatizam que nas atividades do ensino por investigação, sempre há a proposição de um problema, cuja resposta o aluno desconhece, no entanto, para que se resolva esse problema o aluno busca suas ideias prévias, ou seja, é enfatizado a importância do conhecimento prévio, que para Ausubel (2000) é a variável mais importante para a aprendizagem significativa, com isso, ocorre o levantamento de hipóteses e as interações em sala de aula.

Moreira (2017, 2021) enfatiza que o ensino de ciências deveria ser pautado na argumentação baseada em evidências e na comunicação de resultados, corroborando com Sasseron (2015, 2021), que diz que a argumentação promove as interações discursivas e a divulgação de ideias que viabilizam o pensamento crítico, pontos esses convergentes na aprendizagem significativa e no ensino por investigação.

O ensino de Ciências por investigação também prioriza a avaliação formativa, pela qual se pode identificar os vestígios de aprendizagem demonstrados pelos alunos, de igual modo a aprendizagem significativa é mais bem avaliada quando se consideram os processos que o aluno enfrentou durante as situações de ensino, tal como, as características dos instrumentos de avaliação devem ser as mesmas do ensino proposto (CARVALHO, R.; DE-CARVALHO, P.; MIRANDA, 2021; CARVALHO, 2021; MOREIRA, 2012a).

Portanto, nas muitas nuances que envolvem a teoria e a abordagem didática, é possível promover um encontro entre ambas, uma vez que traçam possibilidades para o engajamento dos alunos e a predisposição para aprender (CARVALHO, R.; DE-CARVALHO, P.; MIRANDA, 2021).

3.1 Uma breve reflexão sobre o ensino de física

Moreira (2018a) aponta que há uma grande relevância nos materiais produzidos na área de Física, existem grandes profissionais que se empenham em produzir trabalhos relacionados ao ensino que deixaram a marca desta ciência no País, entretanto, paradoxalmente, este ensino está em crise, teve-se a diminuição da carga horária, faltam profissionais capacitados nas escolas, não existem laboratórios ou atividades experimentais, há predominância do ensino por testagem e a física como ciência, está muito aquém das salas de aula.

Moreira (2000) já apontava para tais problemas no ensino de física à maneira que critica o aspecto livresco e preparatório para vestibulares, Pietrocola (2001)

também sustenta isso ao afirmar que muitas vezes o conhecimento físico serve apenas para passar de ano, pois não se relaciona em nada com a realidade do aluno, o mesmo autor, Moreira (2021) argumenta a situação análoga do ensino para testagem e para a obtenção de respostas corretas, como amplo uso de decoração de fórmulas que não são conceitualizadas e por consequência, acabam perdendo o sentido para os alunos, que por sua vez, passam a não gostar da Física.

Sobre tais desafios no ensino de física, principalmente os relacionados ao ensino médio, Pereira (2020) relaciona isso ao modo como o ensino é mediado e como a questão do sentido desta ciência é repassado aos alunos, a autora explica que

Um ensino de Física baseado em mediações como transmissão de conhecimentos descontextualizados; matematização sem justificativa; afirmações categóricas sobre os conhecimentos científicos; pouca consideração da realidade estudantil e escolar e pequena ou nenhuma participação dos alunos no processo mantém os significados já tradicionalmente difundidos no ensino de Física e pode não colaborar para a atribuição de sentidos novos pelos estudantes. (PEREIRA, 2020, p. 4).

Dessa forma, a maneira como o ensino é mediado tem refletido na aprendizagem dos alunos bem como na sua percepção da física, o que os faz replicar sentimentos de aversão pela disciplina, já concebidos há muito tempo. Para mudar a mentalidade predominantemente, ruim, entre os alunos da escola média Pereira (2020) pondera que os professores podem disponibilizar novos significados que contribuem, como, “a percepção da física como construção humana; a relevância dos conhecimentos físicos para explicação de fenômenos da natureza; a importância do Ensino de Física para uma atuação cidadã crítica em sociedade.” (PEREIRA, 2020, p. 4).

Bonadiman; Nonenmacher (2007) em uma pesquisa que trata do gostar e aprender Física, descrevem inúmeras razões pelas quais os alunos sentem aversão por esta disciplina que se relacionam também, com o pouco desempenho deles na mesma, algumas delas são as condições de trabalho do professor, o enfoque excessivo na chamada Física matemática em vez de uma Física mais conceitual, o distanciamento entre o formalismo escolar e a realidade do aluno, forte ênfase na Física clássica e esquecimento da Física moderna, a pouca valorização da atividade experimental, entre muitos outros motivos, sendo que alguns são de natureza estrutural, pois fogem à alçada do professor.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2000) já denunciavam a abordagem do ensino de Física para a mera

repetição de conceitos abstratos que não respeitavam o nível de desenvolvimento e entendimento das abstrações envolvidas; visto que abstrações também são importantes e necessárias no ensino-aprendizagem de Física, mas à maneira que o ensino vai ganhando significados para quem está aprendendo (BONADIMAN; NONENMACHER, 2007); bem como, a transmissão de leis e teorias acabadas em que Galileu, Newton e Einstein já descobriram tudo, ao passo de que os alunos acreditem que esses conhecimentos são somente para gênios, produzindo assim, uma visão deformada da ciência (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; BRICCIA, 2021) o documento também critica a utilização de atividades experimentais (quando existem) nas aulas de física do tipo “receita de cozinha”, na qual se tem um roteiro pré-definido, em que os resultados e o fenômenos envolvidos já são previamente sabidos, sendo necessário apenas a sua confirmação (CARVALHO, 2010).

Simultaneamente, as Orientações Educacionais Complementares ao Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) para o ensino médio (BRASIL, 2002), aprofundaram mais as competências de investigação e compreensão, contextualização, o que demonstrou a importância da investigação e contextualização na aprendizagem de Física, bem como relacionada à linguagem física e a representação e comunicação, e o contexto sociocultural em que o desenvolvimento do conhecimento físico ocorreu, enfático na importância para a construção da ciência como humana e dependente dos acontecimentos que marcaram e marcam a humanidade, os PCN+ também já abordavam sobre ensino de situações-problema para o levantamento de hipóteses e a análise de resultados.

Desta maneira, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCNEM) (BRASIL, 2006, p. 54), argumentam sobre o ensino de Física como um ensino que deve assegurar que “a competência investigativa resgate o espírito questionador” permitindo que a investigação e o questionamento sejam desenvolvidos durante o processo de ensino-aprendizagem, com vistas para a imagem de uma ciência em contínua construção, e com foco em que o aluno perceba as problemáticas e os contextos que envolvem a aprendizagem de física.

Mais recentemente, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018) que é o documento mais atual relacionado à Educação Básica, na Competência Geral 2, vemos que há uma clara relação com o ensino e a aprendizagem das ciências, ao abordar a investigação, a análise crítica, a criatividade a elaboração e o teste de hipóteses, bem como a resolução de problemas e criação de soluções com

base nos conhecimentos adquiridos. A BNCC, ao contrário dos PCNEM, não compartimentou os componentes curriculares (VIEIRA, L.; NICOLODI; DARROZ, 2021), uma vez que, os PCNEM, tenham tratado as disciplinas de Ciências da Natureza especificamente dentro de um quadro menor, o que fez a física receber mais atenção. No entanto, o documento, ao tratar das competências específicas e habilidades de Ciências da Natureza, aborda interdisciplinarmente assuntos da Física, Química e Biologia, bem como reforça a abordagem investigativa enfatizando a investigação científica e a contextualização no ensino-aprendizagem das ciências (BRASIL, 2018).

Enquanto os documentos oficiais propõem diversas alterações e mudanças na Educação Básica, bem como no ensino de Física, os autores mostram como permanece o ensino de Física. Moreira (2018b) argumenta que o ensino de Física tem sido prevalentemente, narrativo, que é caracterizado pela passividade do aluno enquanto apenas o professor fala, argumenta, propõe e os alunos apenas observam e escutam, o efeito deste tipo de ensino é a aprendizagem mecânica, quando após os testes ou situações novas não há mais relação desta aprendizagem com a estrutura cognitiva do aluno.

Carvalho e Sasseron (2018) também destacam que a forma como o ensino de Física é planejado, deve abarcar objetivos como a argumentação, e construção de conhecimentos sobre os fenômenos físicos, com base nas ciências em detrimento do ensino tradicional que mostra todos os fatos e conclusões sem um devido envolvimento do aluno, as autoras também explicam sobre a linguagem matemática no ensino de Física que para muitos alunos é um problema, mas que deve ser considerada, pois é essencial para a construção de conhecimentos físicos, o problema é a ausência de sentidos durante o uso desta linguagem, bem como formalismos exagerados que precisam ser decodificados sem significados para os alunos. Posto isto, Moreira (2021) também valida essas afirmações ao comentar sobre a importância de conferir sentidos e conceitos às fórmulas empregadas no estudo da Física, afirmando que não há sentido em decorar fórmulas sem compreender o que elas querem dizer.

3.2 Alavancas e roldanas

Nas seções 3.2.1 e 3.2.2 serão discutidas as características físicas das alavancas e roldanas, tal como, conceitos importantes para o entendimento de mecânica básica (BARBIERI, 2011), como torque, aplicações da segunda lei de Newton (polias) (SERWAY; JEWETT JR., 2018), vantagem mecânica, equilíbrio estático, braço de alavanca e diferentes tipos de alavancas e roldanas.

3.2.1 Características físicas das alavancas

As alavancas são exemplos de máquinas simples, seu uso e a física envolvida são discutidos desde a Antiguidade, um dos expoentes a estudar e desenvolver técnicas e formular a Lei da Alavanca foi Arquimedes (287 a 212 a. C.) o qual é atribuída a famosa frase “Dê-me um ponto de apoio e eu moverei a Terra”, além de muitas outras invenções suas, como a catapulta e os espelhos ardentes (ASSIS, 2008, p. 16), e contribuições dadas em mecânica, geometria, astronomia e seus hábeis instrumentos mecânicos (CARDOSO; FREIRE; MENDES FILHO, 2006, p. 220), Galileu Galilei (1564 a 1642) em seu livro *As Mecânicas* também esboça as características físicas e matemáticas das máquinas simples no qual ele explica o funcionamento das alavancas, roldanas, plano inclinado, cunha, entre outros. (MARICONDA, 2008, p. 565).

Máquina simples é “por definição aquela que não pode ser decomposta em outra” (BARBIERI, 2011, p. 2). São as primeiras máquinas da humanidade, sendo, portanto, as primeiras tecnologias. As alavancas oferecem conforto e comodidade, simplificando tarefas que demandam grandes esforços humanos.

“A alavanca constitui-se em um corpo rígido geralmente linear capaz de girar em um eixo horizontal fixo em relação à Terra” (ASSIS, 2008, p. 165) esse eixo horizontal fixo, é também chamado de fulcro ou ponto fixo ele é responsável pelo movimento de rotação quando uma determinada força é exercida em algum ponto da alavanca (ASSIS, 2008).

Quanto às suas classes as alavancas são divididas em três: de primeira classe ou interfixa, de segunda classe ou inter-resistente e de terceira classe ou interpotente, essas nomenclaturas são assim designadas pela posição ou localização do ponto onde a força é exercida. Nos moldes das alavancas do tipo interfixa a força exercida se encontra numa extremidade e a força resistente em outra, enquanto o ponto fixo ou ponto de apoio (fulcro) se encontra no meio. Nas alavancas do tipo inter-resistentes

a força resistente se encontra no meio, e nas alavancas do tipo interpotente a força potente é que se localiza no meio (ASSIS, 2008; MOTA, 2019, TEIXEIRA, 2022). O Quadro 1 mostra os tipos de alavancas conforme explicado:

Quadro 01 – Tipos de alavancas.

	<p>Alavanca interfixa.</p>
	<p>Alavanca interpotente.</p>
	<p>Alavanca inter-resistente.</p>

Fonte: adaptado de SÁ; PEDRÍLIO; BUSNARDO, 2013
 (<https://www.sorocaba.unesp.br/Home/Extensao/Engenhocas/bazinga.pdf>,
<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/alavanca.htm>)

O Quadro 2 mostra algumas alavancas utilizadas no dia a dia, como a tesoura, o carrinho de mão e a pinça.

Quadro 2 – Exemplos de alavancas.

	<p>Tesoura: alavanca interfixa; Carrinho de mão: alavanca inter-resistente; Pinça: alavanca interpotente.</p>
--	---

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

Quanto à divisão de suas partes, as alavancas são divididas em quatro partes, que lhe conferem os nomes específicos listados nos quadros 1 e 2, são elas o ponto fixo, que promove a rotação da alavanca em seu próprio eixo, a barra, o braço da força potente ou braço de ação ou ainda braço da força motora, este braço se relaciona ao agente que quer utilizar a alavanca, e o braço da força resistente que é a força que vai resistir à ação da força potente (VILELA JÚNIOR *et al.*, 2011). O braço de alavanca é a distância horizontal entre o ponto fixo do corpo sobre a barra e o plano vertical que passa pelo fulcro (ASSIS, 2008).

O tamanho do braço de alavanca é o que pode conferir mais ou menos esforço para o operador, se o braço de alavanca for maior para o operador, então uma pequena força exercida por ele será capaz de vencer uma grande força exercida pela força resistente, do contrário quando é observado no braço da força resistente, se este for maior, isso exigirá mais esforço do operador, que exercerá uma grande força para vencer uma pequena força (ASSIS, 2008; VILELA JÚNIOR *et al.*, 2011), como confirmam Alonso e Finn (2014, p. 74) “nossa experiência cotidiana sugere que a efetividade da força \vec{F} , para produzir a rotação, aumenta com a distância (chamado braço de alavanca)” outro aspecto envolvendo o braço de alavanca é o torque que é “a medida quantitativa de como a ação de uma força pode provocar ou alterar o movimento de rotação de um corpo” (YOUNG; FREEDMAN, 2016, p. 336), assim, $\tau = Fl$, em que a letra grega τ “tau” representa o torque para uma força de módulo F em que a linha de ação é perpendicular a uma distância l (braço de alavanca) (YOUNG; FREEDMAN, 2016) o torque também é chamado de momento de uma força e sendo um vetor “é o produto vetorial da força \vec{F} e do vetor posição \vec{r} ”, conforme a equação 1 (BAUER; WESTFALL; DIAS, 2012, p. 327):

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} \quad (1)$$

“O vetor posição \vec{r} é tomado com a origem no eixo de rotação. O símbolo \times representa o produto vetorial ou produto cruzado” (BAUER; WESTFALL; DIAS, 2012, p. 327), o torque se caracteriza com o braço de alavanca e com o vetor posição, o braço de alavanca ou de momento é “uma distância perpendicular a partir da linha de ação da força para o eixo de rotação” (BAUER; WESTFALL; DIAS, 2012, p. 326), o torque se relaciona com o sentido das forças tanto a força potente como a força

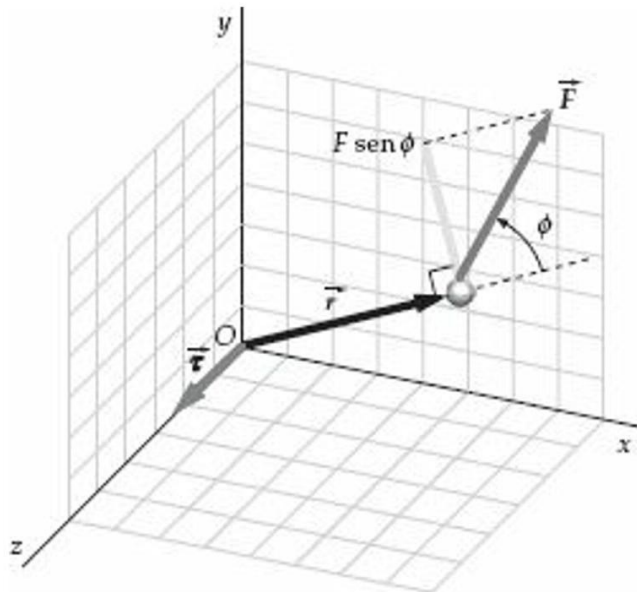
resistente possuem torque e dependendo do seu sentido eles podem ser horários ou anti-horários, negativos ou positivos, respectivamente. “Por convenção o sinal de torque provocado por uma força é positivo se sua tendência de rotação for em sentido anti-horário ao redor do eixo de rotação, e negativo se sua tendência de rotação for em sentido horário” (SERWAY; JEWETT JR., 2018, p. 329). A linha de ação da força que gera o torque não deve passar pelo centro do eixo, porém deve ser desviada do mesmo, senão o torque será nulo (SERWAY; JEWETT JR., 2018).

Além disso, relacionando o torque como uma grandeza vetorial em relação a qualquer ponto, pode-se definir sua orientação pela regra da mão direita a partir do eixo x, y e z, o torque $\vec{\tau}$ em relação a origem, exercido por uma dada força, é definido como um vetor perpendicular, sendo a componente perpendicular (TIPLER; MOSCA, 2013). Portanto, conforme a equação 2:

$$Fr \sin\phi \tag{2}$$

Onde ϕ é o ângulo entre os sentidos de \vec{F} e de \vec{r} , dos quais são perpendiculares ao eixo z, nisto, o vetor torque $\vec{\tau}$ é paralelo ao eixo z (TIPLER; MOSCA, 2013). Tem-se também a componente paralela à direção \vec{r} , que é $Fr \cos\phi$, no entanto esta não produz rotação, pois passa diretamente pela origem, então somente a componente perpendicular é eficaz para produzir rotação, como também o ângulo de 90° sendo o maior ângulo possível (BAUER; WESTFALL; DIAS, 2012; NUSSENZVEIG, 2013; SERWAY; JEWETT JR., 2018). Na Figura 1 demonstra-se o torque em relação a O , produzido por uma força \vec{F} , sendo perpendicular tanto a \vec{r} como a \vec{F} e paralelo ao eixo z (TIPLER; MOSCA, 2013).

Figura 1 – O torque $\vec{\tau}$ em relação ao plano.



Fonte: TIPLER; MOSCA, 2013.

A unidade de medida do torque é o Newton \cdot metros ($N \times m$) no sistema SI, torque não deve ser confundido com força, pois ele depende da força, especialmente de onde a força é aplicada (SERWAY; JEWETT JR., 2018, p. 329). O torque sempre está relacionado com o movimento rotacional de um corpo, e este aumenta à medida que F e d aumentam (SERWAY; JEWETT JR., 2018, p. 329).

O equilíbrio estático, visto que uma alavanca é um tipo de corpo rígido ou corpo extenso, tem-se o equilíbrio para corpo rígido (corpo extenso) e para um ponto material ou partícula “um corpo rígido está em equilíbrio se ele estiver em repouso e não experimentar movimentos rotacionais ou translacionais” (BAUER; WESTFALL; DIAS, 2012, p. 355), sendo assim, o corpo rígido experimentará uma anulação das forças resultantes e dos torques resultantes, reforçando-se assim nenhum movimento neste corpo. Portanto para que haja o equilíbrio estático é necessário que duas condições sejam satisfeitas: primeira condição de equilíbrio estático diz que um corpo pode permanecer em equilíbrio estático somente se a força resultante atuando sobre ele for zero (BAUER; WESTFALL; DIAS, 2012, p. 355) essa condição de equilíbrio aponta para o somatório de todas as forças resultantes externas no corpo rígido como sendo iguais a zero, conforme a equação 3, neste sentido, o corpo não translada:

$$\Sigma \vec{F}_{res} = 0 \quad (3)$$

A segunda condição de equilíbrio diz que um corpo pode permanecer em equilíbrio estático somente se o torque resultante externo atuando sobre ele for zero (BAUER; WESTFALL; DIAS, 2012, p. 356), nesse caso a segunda condição de equilíbrio aponta para os toques resultantes, ou seja para os momentos da força. Para que essa condição seja satisfeita é necessário que o somatório dos torques seja igual a zero, conforme a equação 4, em vista disso, o corpo não rotaciona:

$$\Sigma \vec{\tau}_{res} = 0 \quad (4)$$

“Para o equilíbrio de um corpo rígido, é necessário e suficiente que se anulem a resultante das forças externas e o torque resultante em relação a um dado ponto” (NUSSENZVEIG, 2013). Assim, conforme Nussenzveig (2013) concebem-se as seguintes equações para as forças resultantes e para o torque fornecidas de acordo com o plano cartesiano, o qual a variável z corresponde ao torque (equação 5), que é anulado, conforme a equação 6, as setas representam como componentes vetoriais, no entanto, o autor Nussenzveig (2013) as representa como escalares (sem setas) pois seriam necessárias três componentes cartesianas para cada vetor:

$$\vec{F}_X = 0, \vec{F}_Y = 0, \vec{\tau}_Z = 0 \quad (5)$$

$$F_1 d_1 - F_2 d_2 = 0 \quad (6)$$

Também deve ser considerada a massa da barra em que as forças tendem a se equilibrar a partir dos pesos dos objetos encontrados nos extremos da barra como uma gangorra por exemplo, a não ser que o sistema seja considerado como ideal ou situações não reais (CARDOSO; FREIRE; MENDES FILHO, 2006; SÁ; PEDRÍLIO; BUSNARDO, 2013), ou seja, para Cardoso; Freire; Mendes Filho (2006, p. 221) é preciso “levar em consideração a posição do centro de massa da alavanca” ao passo que somos beneficiados pelo peso da barra, que aumenta o torque resultante com o peso da alavanca (CARDOSO; FREIRE; MENDES FILHO). Assim, para que tenha a soma nula do momento de inércia que depende da massa do corpo rígido e de como ela é distribuída e resiste à variação da velocidade angular desse corpo (SERWAY; JEWETT JR., 2018) é necessário que:

$$P_B \times d_B + P_{barra} \times d_{barra} = P_A \times d_A \quad (7)$$

Em que as forças A e B são o peso dos objetos nas extremidades da barra, sendo que, a força B possui uma distância maior do ponto de apoio que a força A, e é acrescentado ao seu torque o peso da barra, representando, assim, a soma nula do momento de inércia, conforme a equação 7 (SÁ; PEDRÍLIO; BUSNARDO, 2013).

Também com relação ao equilíbrio das forças, como a soma nula delas, temos:

$$F_{APOIO} = F_A + F_B + P_{BARRA} \quad (8)$$

Assim, o ponto de apoio, que define a distância para cada força, demonstra o equilíbrio ao ocorrer a anulação da soma das forças resultantes, conforme a equação 8 (SÁ; PEDRÍLIO; BUSNARDO, 2013).

Como outras máquinas a alavanca também possui vantagem mecânica “define-se vantagem mecânica de uma máquina simples como sendo a razão entre a força resistente e a força aplicada” (ASSIS, 2008, p. 177) e sendo esta, a eficiência da máquina, obedecendo a seguinte expressão (equação 9):

$$VM = \frac{F_R}{F_A} = \frac{d_A}{d_R} \quad (9)$$

Onde, VM é a vantagem mecânica, $\frac{F_R}{F_A}$ é a razão entre a força de resistência e a força de ação e $\frac{d_A}{d_R}$ é a distância do ponto de aplicação da força ao ponto de apoio da alavanca, da força de ação e da força de resistência, respectivamente.

Ou ainda apenas relacionando as forças de ação e de resistência, conforme a equação 10, que estão a depender do tamanho do braço de alavanca de ambas as forças exercidas, contrárias ou a favor da rotação, e essa relação confere o equilíbrio da alavanca (ASSIS, 2008; SILVA, D., 2022).

$$VM = \frac{\vec{F}_r}{\vec{F}_a} \quad (10)$$

A vantagem mecânica de uma alavanca ou máquina simples pode conferir um equilíbrio ou não entre as forças aplicadas, sendo assim:

A terminologia Vantagem Mecânica é utilizada para os casos em que o braço da força motriz ou potência (B_f) é maior que o braço da resistência, o resultado é um valor maior que um ($V_m > 1$). Para os casos em que o braço da força motriz ou potência (B_f) é menor que o braço da resistência (B_r) a

terminologia utilizada é a Desvantagem Mecânica resultando em um valor menor que 1 ($V_m < 1$). Em tais alavancas é preciso usar uma grande potência ou força motriz para vencer uma pequena resistência. Nessas situações a “perda em força” é compensada em deslocamentos e conseqüentemente em velocidades. No caso dos braços da força motriz ou potência (B_f) tiverem o mesmo tamanho a vantagem mecânica será igual a 1. (VILELA JÚNIOR *et al.*, 2011, p. 104)

As alavancas podem ser encontradas em diversos instrumentos do dia a dia e até mesmo nos membros do corpo humano (VILELA JÚNIOR *et al.*, 2011). Os exemplos mais comuns de alavancas do tipo interfixa são: “[...] balanço de crianças, tesoura, pé de cabra, martelo, alicate, remo, furador de papel, abridor de lata” (ASSIS, 2008, p. 177), são alavancas que o ponto de apoio se encontra no meio, podendo ter uma vantagem mecânica igual a 1, menor que 1 ou maior que 1. Alguns exemplos de alavancas do tipo inter-resistentes são: “carrinho de mão, quebra nozes, abridor de garrafas, pedal com corrente de bicicleta” (ASSIS, 2008, p. 177), geralmente as alavancas do tipo inter-resistente possuem vantagem mecânica maior que 1. Alguns exemplos de alavancas do tipo interpotente são: “pinça, pegador de gelo, vara de pescar” (ASSIS, 2008, p. 177) esse tipo de alavanca exige mais esforço do operador, possuindo vantagem mecânica menor que 1.

3.2.2 Características físicas das roldanas

As polias ou roldanas de igual modo ao das alavancas têm seu uso que remontam a Antiguidade (ASSIS, 2008). Possuem um amplo uso em diversas máquinas complexas como guindastes, automóveis, motores e outras aplicações industriais e no campo. Por si só a polia é um tipo de máquina simples, e funciona como um agente multiplicador de força ou apenas como uma forma mais confortável de se levantar uma carga (BARBIERI, 2011) “uma roldana, ou polia, é um instrumento utilizado para mudar a direção de uma força aplicada em uma corda ou cabo” (CORRADI *et al.*, 2010, p. 221) no caso de outros conjuntos de polias além de mudar a direção e o sentido da força, a polia também altera o seu módulo, funcionando como um multiplicador de força (SILVA, 2012, não paginado). Esse instrumento constitui-se de uma roda (que possui um eixo) preso ou não a uma haste, parede, cabo entre outros, pelo qual passa uma corda ou cabo inextensível, também a roldana deve ser

considerada inextensível. As polias ou roldanas são classificadas em polias fixas ou móveis.

A polia fixa serve para mudar a direção e o sentido da força aplicada, fica presa a um suporte rígido, e tem como função levantar objetos, a força motriz \vec{F} é aplicada em uma das extremidades e na outra é aplicada a força resistente R (SILVA, 2012, não paginado) a polia fixa possui apenas movimento de rotação não podendo se mover em translação (BARBIERI, 2011, p.3), o que elude o seu nome. A polia fixa também não multiplica a força alterando o seu módulo, apenas torna a direção contrária da força resistente à força motriz “sua utilidade traz apenas comodidade pois sua vantagem mecânica é igual a 1” (BARBIERI, 2012, p.3), $VM = 1$. Como a força envolvida na polia é a força peso, de acordo com a equação 11, e sendo a polia fixa o módulo dela não se altera considerando, assim, temos $F = R$, o esforço realizado é igual à força peso (SILVA, 2012):

$$\vec{P} = m \times \vec{g} \quad (11)$$

Assim, o peso \vec{P} corresponde à atração gravitacional exercida pela Terra no corpo que necessita ser levantado pela polia, o peso é uma grandeza vetorial, dessa maneira, o seu módulo é igual ao produto da massa m pela aceleração da gravidade \vec{g} (YOUNG; FREEDMAN, 2016).

As polias móveis, têm seus eixos livres, o que permite translações e rotações, esta polia é sustentada sobre seu próprio fio e a força resistente é aplicada no eixo da polia, enquanto a força motora age nos extremos dos fios. (BARBIERI, 2011, p. 4). Essas polias possuem a possibilidade de se movimentar ou seja transladar nos fios e rotacionar ao redor do seu próprio eixo, quando são aplicadas em vários conjuntos de polias móveis ou fixas, diminuem abruptamente a força motriz a ser aplicada, evidenciando a multiplicação de forças. A cada polia móvel adicionada a força é distribuída e dividida por dois (SILVA, 2012, não paginado). Ambas as cordas ou cabos de uma polia móvel realizam um quociente entre a força e a quantidade de polias acrescentadas, sendo assim a força \vec{F} é igual ao quociente da força peso P por dois exponencial ao número de polias (equação 9) (SILVA JÚNIOR, 2022), conforme a equação 12:

$$\vec{F} = \frac{P}{2^n} \quad (12)$$

Nesse sentido, um sistema de polias móveis reduz pela metade o peso necessário para equilibrar um certo peso de massa m que, propicia assim, uma vantagem mecânica, por exemplo, um sistema correspondente com $2n$ polias relacionam-se de forma que: $m_1 = m_2/(2n)$, em que uma polia fixa e uma polia móvel em um sistema exercem uma força \vec{F} pela qual a polia móvel divide o peso por dois (NUSSENZVEIG, 2013). Portanto, para um caso de várias polias móveis é aplicada a segunda lei de Newton para o equilíbrio (BARBIERI, 2011).

Tem também a talha exponencial, conforme a equação 15 e a sua vantagem mecânica conforme a equação 16, que consiste na junção de várias polias móveis e uma fixa, tomando como exemplo uma polia fixa e duas móveis (SILVA, 2012, não paginado) temos:

$$F = \frac{R}{4} \quad (13)$$

$$VM = 4 \quad (14)$$

$$F = R/2^n \quad (15)$$

$$VM = 2^n \quad (16)$$

Sendo, portanto, a vantagem mecânica elevada ao número de cordas em que a força se divide.

Ademais, o cadernal (equação 13, vantagem mecânica equação 14) que consiste em várias polias fixas e várias polias móveis em blocos diferentes, esse sistema tem a mesma vantagem, desvantagem e funcionamento de polias fixas e móveis, porém, é mais compacto (SILVA, 2012, não paginado).

Outra associação de polias são as talhas diferenciais que são polias fixas e concêntricas de diferentes diâmetros e seus cabos com extremidades unidas, dessa forma, enquanto uma força contribui para enrolar o cabo na polia maior, com objetivo de erguer a carga, outra força contribui para desenrolar o cabo na polia menor ou vice-versa, sendo a rotação (ou seja, o torque) que interfere diretamente (BARBIERI, 2011), pode-se obedecer a seguinte equação 17:

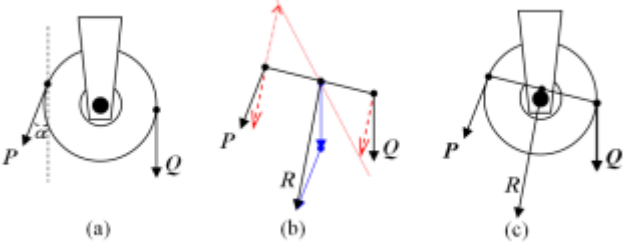
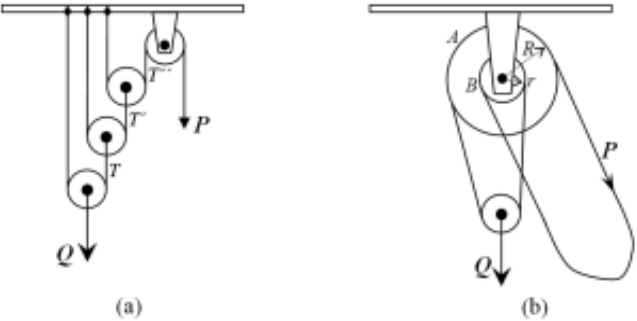
$$T_{res} = T_P^A - T_Q^A + T_Q^B = 0 \quad (17)$$

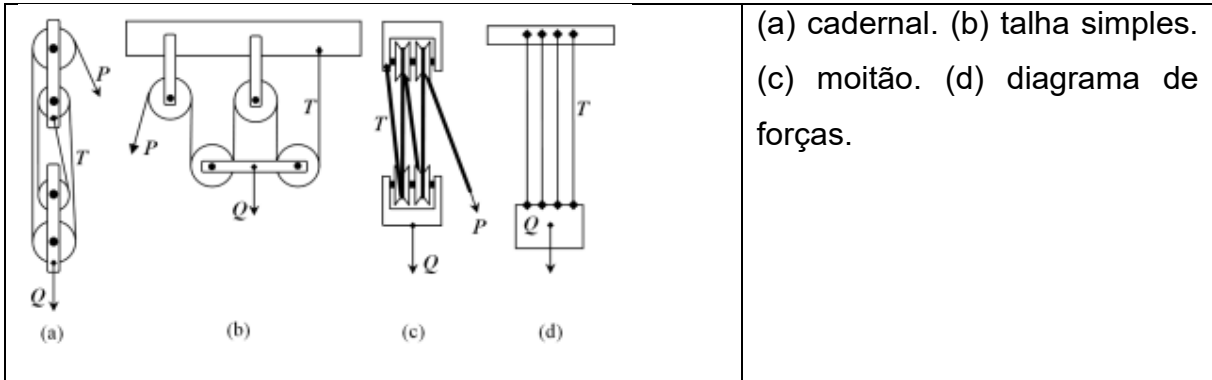
Em que, P (força) enrola o cabo na polia maior e Q desenrola o cabo na polia menor. T_{res} representa o torque resultante nulo, T_P^A representa o torque na polia maior devido a força P , T_Q^A é o torque na polia maior devido a força $Q/2$ da polia móvel na talha diferencial, T_Q^B é o torque na polia fixa menor devido a força $Q/2$ da polia móvel (BARBIERI, 2011), essa representação pode ser visualizada na segunda figura do Quadro 3 (letra b). Com relação ao diâmetro das polias e o torque que influencia diretamente nelas, temos:

$$P = \frac{Q(R-r)}{2R} \quad (18)$$

Onde, R é o raio da polia fixa maior e r é o raio da polia fixa menor, obtêm-se essa equação a partir da soma de ambos os torques dos raios R e r , a partir da soma $PR \sin(90^\circ) - \frac{Q}{2}R \sin(90^\circ) + \frac{Q}{2}r \sin(90^\circ) = 0$, sendo essa a equação dos torques envolvendo as forças e os diâmetros (raios) da polia maior e menor, respectivamente (BARBIERI, 2011).

Quadro 3 – Esquemas de polias.

 <p>(a) polia fixa. (b) diagrama de forças. (c) representação das forças de tração em cada extremidade do cabo.</p>	<p>(a) polia fixa. (b) diagrama de forças. (c) representação das forças de tração em cada extremidade do cabo.</p>
 <p>(a) esquema de talha exponencial. (b) esquema de talha diferencial.</p>	<p>(a) esquema de talha exponencial. (b) esquema de talha diferencial.</p>



Fonte: adaptado de BARBIERI, 2011.

O Quadro 3 mostra os tipos de polias e os esquemas que elas podem formar, também exemplifica os diagramas de forças, em que P é a força potente, Q é a força resistente, T é a tensão na corda e R são as linhas de ação da força, adaptados de Barbieri (2011).

4 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho foi embasada e fundamentada na pesquisa qualitativa, que para Gil (1999 apud OLIVEIRA, M. 2011) é uma abordagem que proporciona o aprofundamento da investigação das questões relacionadas ao fenômeno estudado e de suas relações, frente a alta valorização da relação direta com objeto de estudo. Esta metodologia tem início no Grupo de Pesquisa e Ensino de Física (GPEF) antes de levá-la para sala de aula ocorreu uma preparação teórico-metodológica, pelo qual foi estudado o conteúdo e a metodologia que foram utilizados durante a aplicação. Nesse sentido, foi feita uma revisão bibliográfica sobre o assunto, com apresentações conceituais, experimentação, revisão da literatura com base nas teorias e abordagens apresentadas neste trabalho.

4.1 A sequência didática

Uma sequência didática auxilia o professor e possibilita a utilização de estratégias para a construção de argumentos válidos e dados baseados no conhecimento científico (MOTOKANE, 2015). Para a aquisição da aprendizagem significativa por meio do ensino de Ciências por investigação, com o planejamento de cada atividade do ponto de vista do material e das interações em sala de aula com implicações nos conhecimentos prévios e argumentações próprias (CARVALHO, 2021).

Define-se sequência didática como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais [...]” (ZABALA, 1998, p. 18). Carvalho (2021, 2018) utiliza as sequências de ensino investigativa (ou investigativo), para explicar atividades que se iniciam por problemas que podem ser experimentais ou teóricos como momentos de contextualização, problematização, argumentação. Esses termos: sequência didática e sequência de ensino investigativa se complementam e podem ser combinados no decorrer de uma aula (LOPES *et al.*, 2020), as etapas de uma sequência podem aplicar variadas formas de abordar o assunto em estudo.

4.2 O assunto e a concretização da metodologia

O conteúdo da física escolhido, foi alavancas e roldanas como máquinas que propiciam conforto e vantagem mecânica no dia a dia das pessoas, este conteúdo foi formulado como uma temática para a contextualização e criação do problema nas aulas de Física, permitindo ao aluno associar o assunto estudado com os seus conhecimentos prévios e o cotidiano, também, a partir da forma que ele foi abordado, favorecer a investigação por parte dos alunos.

Inicialmente, ocorreu a escolha do local de aplicação, que foi a escola estadual de ensino médio Centro de Ensino São Francisco, localizada no município de Santana do Maranhão.

Em seguida, a escolha do ano/série em que seria realizada a pesquisa, por conveniência, o tema alavancas e roldanas está mais bem situado na primeira série do ensino médio ou primeiro ano, portanto, essa turma foi escolhida. Após essa parte, os experimentos que seriam utilizados nas atividades experimentais já estavam prontos. Portanto, baseados em Moreira (2012a) sobre as condições para a aprendizagem significativa e uma dessas são os materiais potencialmente significativos, produziu-se, um material instrucional, que também foi a sequência didática, para auxílio dos alunos e percurso da pesquisa, esta sequência está no Apêndice A.

Com isso, decidiu-se como trabalhar a metodologia em sala de aula, Carvalho (2021) aponta que as aulas devem sempre começar com um problema que pode ser experimental ou não experimental, neste trabalho o problema começou como não experimental, com leitura de textos, diagnóstico dos conhecimentos prévios, ilustrações e discussões. Depois, em outra aula, o problema passou a ser experimental, como uma forma de verificar a aprendizagem da aula anterior e contextualizar ainda mais o conhecimento e para finalizar, em outra aula fez-se uma atividade de avaliação.

Por conseguinte, esta metodologia se dividiu em três momentos na sala de aula, o primeiro momento durou 40 minutos, pois foi o tempo disponível para a disciplina de Física, uma vez que essa série está iniciando o Novo Ensino Médio, o qual diminuiu a carga horária de algumas disciplinas, incluindo o componente curricular Física, assim, semanalmente tem-se disponível 40 minutos para as aulas de Física. A turma possuía 42 alunos matriculados, no entanto, durante os três momentos de aplicação estiveram presentes, aproximadamente 33 alunos.

4.3 O primeiro momento – apresentação do problema (diagnóstico dos conhecimentos prévios e pré-teste)

Este momento é dividido em duas etapas: o diagnóstico dos conhecimentos prévios e o pré-teste (Apêndice A), iniciou-se com a apresentação do problema. Os alunos foram comunicados sobre a aplicabilidade de alavancas no dia a dia e em seguida sobre roldanas, então, direcionou-se a eles alguns questionamentos, como: *vocês sabem o que é uma alavanca? Vocês usam alavancas no dia a dia de vocês? Vocês sabem o que é uma roldana ou polia? Já viram alguma em algum lugar? Por que é melhor utilizarmos alavancas para mover, quebrar ou levantar algo? Por que é melhor carregar um botijão de gás em um carrinho de mão? Por que é mais fácil erguer um balde com água ou com cimento por meio de uma polia?* logo após esses questionamentos, para elucidá-los, foram entregues dois textos de apoio, um sobre alavancas e outro sobre polias que tem por títulos, respectivamente, *alavanca (agitadores astutos)*, *roldanas (agitadores astutos)* (GREEN, 2012) (Anexo A).

Esses textos estão na sequência didática (Anexo A), após a leitura aplicou-se o pré-teste, e eles receberam um tempo para respondê-lo, e em seguida entregaram. Esse pré-teste também funcionou como um diagnóstico, mas já com parte da intervenção como a leitura e algumas explicações, como também, foi formulado apenas com questões de cunho discursivo. Por fim, eles receberam o material de apoio que foi a sequência didática. Então foram surgindo muitas dúvidas e a partir disso iniciou-se uma discussão a respeito, também, esse momento foi aproveitado para esclarecer e ao mesmo tempo oportunizá-los a explicarem e gerarem suas possíveis hipóteses.

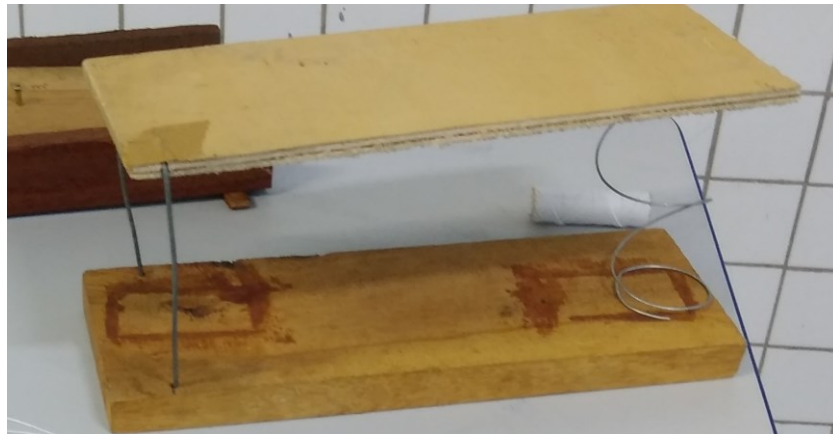
Nesta parte introdutória em conjunto com a turma, discutiu-se sobre os tipos de alavancas, a partir de demonstrações de imagens, foi explicado sobre o torque, sobre braço de alavanca, força e vantagem mecânica, mas sempre com o cuidado de não deixar a aula monóloga, o que não aconteceu, visto que os próprios alunos queriam participar, também discutimos sobre os tipos de polias, e sobre vantagem mecânica em polias, sempre com demonstrações de imagens e a leitura da sequência didática.

4.4 O segundo momento – o problema experimental (as atividades experimentais)

Nesta pesquisa considera-se o segundo momento como a terceira etapa da aplicação da pesquisa, na qual foram realizadas as atividades experimentais. No início da aula foi feita uma revisão conceitual rápida, em seguida foram entregues dois mapas conceituais, um sobre alavancas e outro sobre polias/roldanas (Apêndice A) para a turma, quando concluíram a leitura, foi explicado que íamos (professora e classe) fazer alguns experimentos, como eles estavam com a sequência didática, foi dito a eles que iriam realizar o experimento, observar e após transcrever no papel a resposta aos objetivos propostos em cada tipo de atividade.

Foram realizados três experimentos, o primeiro sobre alavancas que foi intitulado: estudando os tipos de alavancas, neste experimento foi proposto que os alunos testassem e em seguida respondessem a seguinte proposição: descobrir o tipo de alavanca estudado no experimento. Explicar as diferenças que este tipo de alavanca implica, portanto, chamou-se a atenção deles e foi pedido que todos testassem e observassem. Na Figura 2 mostramos o experimento intitulado: estudando os tipos de alavancas:

Figura 2 – Estudando os tipos de alavancas.



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

Eles mudaram a mola de lugar em três pontos, para descobrir o tipo, bem como, perceberem as mudanças na força aplicada dependendo do local onde a mola estava. Peruzzo (2013) propõe este experimento.

A segunda atividade experimental se referia ao assunto polias. Como os alunos já estavam engajados na atividade, foi pedido que eles ajudassem a montar e testar o experimento, que foi intitulado pesinho levantando peso, tratava-se de um conjunto de polias e a proposição foi: compreender por que uma roldana com massa menor

pode levantar uma roldana com massa maior, este experimento é proposto no site Polias - UNESP (<https://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec11.htm>), a Figura 3 ilustra o experimento realizado durante esta atividade:

Figura 3 – Pesinho levantando peso.



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

A terceira e última atividade experimental, teve por finalidade o estudo do torque e o braço de alavanca, nesta atividade o experimento já estava pronto, mas os alunos fizeram a análise testando-o, o título do experimento é porta-torque, e a proposição foi entender as razões pelas quais a porta tem mais ou menos dificuldade de ser aberta. Observar e explicar estas razões. Na Figura 4 mostra-se o experimento da porta-torque:

Figura 4 – A porta-torque.



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

Então os alunos foram testando, abrindo a porta pelo parafuso (que é a maçaneta) mais distante da dobradiça, que é o eixo de rotação da porta, até o mais

próximo, enquanto isso, foram feitos alguns questionamentos como: *por que é difícil abrir a porta através da maçaneta mais próxima da dobradiça? Vocês exercem mais força ao tentar assim? Tem a ver com o problema estudado?* Após estes questionamentos os alunos escreveram no papel a resposta à proposição.

No final da aula com o tempo já encerrando, solicitou-se que os alunos fizessem a leitura da sequência didática em casa, para que ocorresse a sistematização do conhecimento, que facilita a compreensão da resolução do problema apresentado, bem como, relembra os conceitos apresentados na aula anterior (CARVALHO, 2021).

4.5 O terceiro momento – o questionário

Como forma de avaliar os alunos, como também a metodologia utilizada durante as aulas, aplicou-se um questionário (Apêndice A). O questionário foi elaborado com 22 questões, 19 objetivas e três discursivas, das quais 13 abordavam alavancas, torque, vantagem mecânica e equilíbrio estático e nove abordavam sobre polias. As questões foram construídas de maneira a estimular a leitura e a interpretação dos alunos, assim como avaliar habilidades como inferência.

O questionário teve formato impresso e foi respondido na sala de aula, os alunos utilizaram o papel no qual estavam as questões e lápis ou caneta, também receberam um tempo maior que 40 minutos, em torno de 90 minutos.

Responderam ao questionário 33 alunos, durante este momento os alunos tiveram liberdade para fazer perguntas e entenderem melhor o que estava proposto a eles.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos procedimentos utilizados, que foram descritos na seção anterior, com base nos três momentos supracitados, obtiveram-se os resultados que seguem exteriorizados nesta seção. Dessa forma, as mediações realizadas através do levantamento inicial dos conhecimentos prévios, do pré-teste, das atividades experimentais e da avaliação identificaram algumas deficiências em relação aos conceitos estudados, igualmente ocorrendo a necessidade de mais ciclos detalhados da sequência didática como sugere Carvalho (2021).

As falas ou escritas dos alunos são antecedidas pela letra A maiúscula e um número aleatório, que não indica ordem, apenas difere as falas dos alunos entre si, exemplo A1: aluno 1.

Ao iniciar a aula, com a apresentação do problema alavancas no dia a dia, primeiramente com o objetivo de fazer uma sondagem dos conhecimentos prévios, muitos alunos disseram não saber o que era e afirmaram não as utilizar, semelhantemente, com o problema polias/roldanas no dia a dia. Após a leitura dos textos, foi observado um entendimento maior nas palavras que eles citavam.

Eles demonstraram entender alavancas como algo que pudesse levantar ou conferir mais força para quem a estava usando, no entanto não imaginavam que uma tesoura ou uma pinça fossem um tipo de alavanca, de igual modo, quando exemplificado um guindaste ou um aparato de poço como uma polia eles tiveram um pouco de dificuldade em fazer esta relação, quando questionados por que é mais fácil carregar um botijão de gás em um carrinho de mão, eles fizeram uma relação entre força, massa e conforto, conforme suas argumentações:

“Um botijão é muito pesado, o carrinho de mão diminui o peso para quem o utiliza”

Sem entenderem vantagem mecânica, torque ou mesmo que tipo de alavanca é um carrinho de mão, esta afirmação deduz o conhecimento prévio deles em relação aos conceitos físicos, apesar de não saberem diferenciar massa e [força] peso e sentirem dificuldade em associar o problema a esses termos científicos e lançar suas hipóteses, o que não é incomum para o início desta abordagem, pois Mourão; Sales (2018, p. 437) também encontraram essa dificuldade e insegurança dos estudantes em uma pesquisa.

Além disso, quando foi relacionado polias à construção civil ou simplesmente a erguer um balde com água de um poço, suas principais afirmações em relação ao uso eram:

“Porque é melhor”

Utilizar a polia, sem saberem diferenciar os tipos de polias, eles entendiam que todas as polias diminuem a força exercida pela pessoa que as utiliza. Nesse primeiro momento foi possível observar uma tentativa de criação de hipóteses ao se depararem com o problema, Zômpero e Laburú (2010, p. 17) dizem que “a emissão de hipótese pelos alunos também permite que eles exponham seus conhecimentos prévios”, portanto, os alunos começaram a expor suas ideias, sendo estas já adquiridas, mas precisavam ser mais sólidas e relacionadas cognitivamente.

Além de que, estes momentos também oportunizaram: condições de trazer conhecimentos prévios e iniciar os novos, ideias próprias e liberdade de discussão aluno/turma, aluno/aluno, professor/aluno, professor/turma; passagem do conhecimento espontâneo ao científico; possível apropriação de conhecimentos já estruturados por gerações anteriores (CARVALHO, 2021).

Já no pré-teste (Apêndice A), em que eles tiveram que escrever após a discussão, aqui foram discutidas apenas algumas questões deste pré-teste, quando a pergunta foi relacionada à definição de alavanca, muitos alunos responderam com afirmações como:

A1: *“Um objeto que levantamos ou giramos”*

A3: *“É uma máquina simples estudada na antiguidade grega.”*

A7: *“Serve para você levar muito peso.”*

A2: *“É um objeto rígido que é usado com um ponto fixo apropriado para multiplicar a força.”*

A9: *“É uma barra que gira em torno de um eixo.”*

A5: *“Serve para reduzir a força, carrinho de mão é um exemplo claro disso.”*

A11: *“Alavanca é uma máquina que ajuda a locomover coisas.”*

Observa-se que eles relacionaram muito a definição de alavanca com máquina e força ao mesmo tempo, uma vez que associaram algumas vezes à multiplicação da força ou à diminuição da [força] peso, a apresentação e a discussão do problema, puderam fornecer a eles mais significados antes de eles iniciarem o pré-teste, visto que os termos “máquina” e “força” foram frequentemente utilizados, bem como, a associação do problema com o seu cotidiano.

Quando foi pedido aos alunos que escrevessem o nome de alavancas que eles conheciam as respostas foram em sua maioria corretas:

A4: *“Carrinho de mão.”*

A6: *“Tesoura, pinça, vara de pescar, martelo.”*

A12: *“Carrinho de mão, colher de pedreiro.”*

Quando questionados por que ao utilizarmos alavancas temos mais comodidade, muitos relacionaram à facilidade que obtemos ao utilizá-las:

A13: *“Porque além de ajudar na ação, se torna mais fácil.”*

A16: *“Ao utilizar uma tesoura para cortar as unhas estou usando uma pequena alavanca, isso torna o ato mais fácil e simples.”*

A19: *“Porque facilita muita coisa no nosso dia a dia.”*

A15: *“Porque ela faz que o peso fique menor.”*

Com isso, infere-se que eles tentaram contextualizar acontecimentos cotidianos à resposta, alinhando-se a seus conhecimentos prévios.

Quando questionados sobre a definição de polia/roldana, eles sentiram um pouco mais de dificuldade em descrever:

A22: *“Passa uma corda ou um fio.”*

A25: *“É um eixo que nos ajuda a puxar um balde com água de um poço.”*

A23: *“É uma peça mecânica muito comum.”*

A14: *“É uma peça mecânica muito comum, as diversas máquinas utilizadas para transferir força.”*

A17: *“É uma máquina usada para diminuir o peso de alguns materiais.”*

Essa dificuldade em descrever pode estar relacionada à pouca usabilidade de polias (nas vivências deles), diferentemente das alavancas, que são variadas e estão continuamente no dia a dia das pessoas.

Quando questionados sobre que relação as polias e as alavancas têm com a física, suas respostas foram alinhadas com os termos força e movimento:

A27: *“Pela força que cada uma utiliza e pela agilidade.”*

A29: *“Porque tem tudo a ver com movimento.”*

A26: *“Força é muito falada, força aplicada, força resistente.”*

A24: *“Porque requer força na hora de usar, só que facilita.”*

A21: *“Pelo fato de que isso está no estudo do movimento que está na física.”*

Esta relação feita entre força e movimento, foi apurada pelo uso recorrente dos termos tanto nas discussões, como na leitura dos textos de apoio, também pelas aulas

anteriores à abordagem que trataram das Leis de Newton, apesar de as respostas estarem mal formuladas, não estão totalmente incorretas.

Quando deparados com questões abertas, para que eles pudessem discorrer sobre algum assunto houve uma certa dificuldade em articular as respostas, como observado nesta etapa da pesquisa, apesar de estarem tendo a intervenção, eles precisaram formular sua hipótese a partir dos seus conhecimentos prévios, visto que, não podia ser feito algo mais que uma intervenção. O que indicou que supostamente eles ainda não tinham tido contato com tal assunto, mas por terem sido aguçados pela introdução do assunto conseguiram articular algumas hipóteses. Barroso; Rubini; Silva (2018) em uma pesquisa realizada a partir de relações conceituais de física nas questões e nos resultados do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) durante alguns anos, puderam perceber que mesmo estudantes concluintes têm concepções não científicas de vários assuntos básicos da Física, não diferente com questões relacionadas a força e movimento.

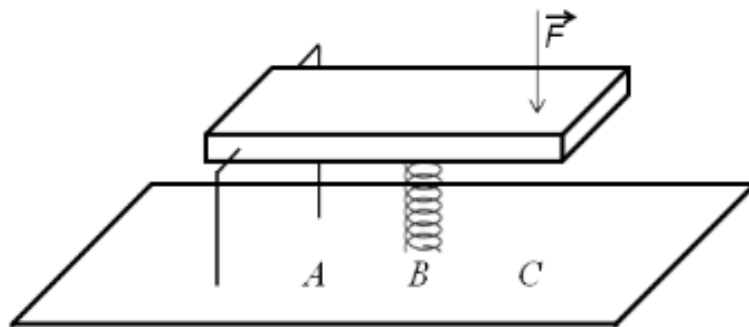
Campos; Kalhil; Brito (2017, p. 304) e Silva, J. (2020, p. 1) encontram o mesmo fator do conhecimento prévio, ao constatar que ele é uma “condição necessária, mas não suficiente” pelo fato de proporcionar a formulação de hipóteses apesar de que, majoritariamente, estas hipóteses não se adequem ao que é posto pela física, sendo o senso comum, utilizado com frequência, em vez do conhecimento científico, como espera-se. Todavia, como dito, o conhecimento prévio torna-se uma condição necessária para a significação e ancoragem de novos conhecimentos, o que indica o quanto é fundamental e relevante na aprendizagem.

Muitas questões também ficaram em branco, ou foram respondidas com expressões como “*não sei*”. O que se evidenciou, a necessidade de mais contextualização, a qual foi reforçada com as atividades experimentais, ademais muitas lacunas, mesmo após a seção introdutória da aula.

Durante a realização das atividades experimentais que se configurou como terceira etapa da aplicação, em que eles tiveram contato direto com os experimentos que estavam pré-montados, mas necessitavam de serem organizados e testados, após o teste e análise destes experimentos foi pedido que eles escrevessem a resposta aos objetivos propostos na sequência didática para cada atividade, que foram três, pois nessa etapa da aplicação os alunos já estavam com a sequência didática em mãos.

A primeira atividade experimental, intitulada “estudando os tipos de alavancas” tinha por objetivo descobrir o tipo de alavanca estudada no experimento. Explicar as diferenças que este tipo de alavanca implica. Na Figura 6 os alunos montaram e discutiram sobre esta atividade experimental, em seguida, escreveram suas hipóteses, eles mudaram a mola de lugar entre os pontos A, B e C, experimento este, proposto em Peruzzo (2013, p. 125), como mostrado na Figura 5:

Figura 5 – Experimento alavanca inter-resistente.



Fonte: PERRUZZO, 2013.

Mostraram qual o tipo de alavanca estudado, bem como, deveriam explicar por que as mudanças na posição da mola implicavam diferentes forças aplicadas na alavanca. Conforme mostra a Figura 6.

Figura 6 – Alunos discutem e preparam o experimento da alavanca inter-resistente.



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

As respostas à proposição feita pela primeira atividade experimental, tiveram esta característica:

A1: *“Alavanca inter-resistente.”*

A4: *“É inter-resistente, porque o ponto fixo está na ponta”*

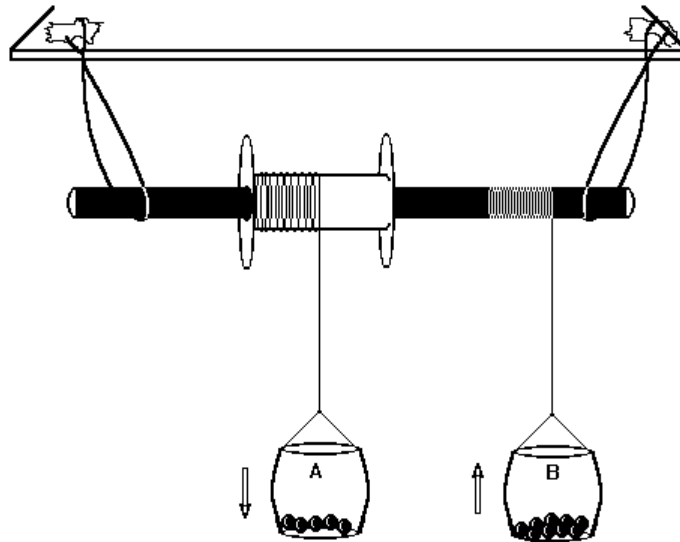
A7: *“Força inter-resistente.”*

Todas as respostas variaram entre essas três afirmações, sobre a descoberta do tipo de alavanca, as respostas estão corretas apesar de existir uma confusão entre o tipo de alavanca e a força resistente, o local onde a força se situa deveria ser especificado para que chegassem à conclusão de que a alavanca fosse inter-resistente, nota-se que houve dificuldade deles explicarem porque a alavanca estudada é do tipo inter-resistente, alguns relacionaram à localização do ponto fixo, o que partiu da observação feita por eles no ato do experimento, e não está totalmente incorreta, visto que realmente o ponto fixo está na extremidade da alavanca, no entanto, a argumentação mais adequada seria em relação à força resistente estar no meio, as respostas também estavam incompletas porque não explicaram as diferenças deste tipo de alavanca, bem como, porque ao mudarmos a mola de posição ou ao aumentarmos ou diminuirmos o braço de alavanca ocorriam diferenças na força exercida.

Observa-se neste experimento a dificuldade dos alunos em transcrever suas observações, o impacto da metodologia em que eles tinham que ter mais autonomia, e investigar a partir do que eles já sabiam, uma vez que já estavam na segunda aula e terceira etapa da aplicação implicou como que fosse algo novo para eles, algo que eles não estavam adaptados ainda.

A segunda atividade experimental intitulada “pesinho levantando peso” tratava das polias/roldanas, a atividade mostrava como uma polia com massa menor podia mover uma polia com massa maior, inferindo que um objeto com menor força peso, pudesse erguer um objeto com força peso maior como mostrado na Figura 7:

Figura 7 – Experimento polias.



Fonte: <https://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec11.htm>, acesso em 15 de março de 2022.

A proposição para esta atividade era compreender por que uma roldana com massa menor pode levantar uma roldana com massa maior. Explicar quantas e quais tipos de roldanas a atividade mostra. Na Figura 8 os alunos montaram e testaram, as massas utilizadas foram moedas de 0,008 kg, e as polias eram constituídas por dois lápis e um tubo de linha que substituiu o carretel da figura 3. Na Figura 4 os alunos estão testando e observando o experimento.

Figura 8 – Alunos montam, observam e discutem a segunda atividade experimental relacionada às polias.



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

As respostas a essa atividade tiveram a seguinte característica:

A9: *“Massa da moeda 0,008 kg.”*

A7: *“2 polias que são móveis.”*

A10: *“Massa da moeda 0,008 kg, polia do lápis: 5, polia do tubo de linha: tem 3.”*

A4: *“Polia móvel.”*

A11: *“Maior peso sobe, menor desce, polia móvel.”*

A13: *“Massa da moeda: 0,008 kg, na polia do lápis tem 5 moedas, na polia do tubo de linha tem 3 moedas, polia móvel.”*

Ao realizarem o experimento, testando e observando, as respostas dos alunos a porque a roldana com massa menor levantou a roldana com massa maior foi de que as roldanas que existiam no experimento eram livres, de fato as polias não estavam presas diretamente a um suporte, eles entenderam que houve uma multiplicação de força, visto que a força menor conseguiu erguer a maior, no entanto, não fizeram nenhuma relação com os diâmetros das polias, que eram diferentes como também com o torque realizado pelas forças e de que a questão do diâmetro das polias dependia em um torque maior provocado pela polia com maior diâmetro (BARBIERI, 2011), da qual continha a massa menor.

Em relação à massa e à quantidade de moedas citadas por eles, se deve ao fato de que foi questionado, oralmente, no momento da investigação, qual seria a força peso exercida por cada polia, foi pedido que eles fizessem o cálculo de ambas as forças, contudo, escreveram apenas os dados e não fizeram os cálculos, um aluno conseguiu realizar o cálculo somente da massa, a dificuldade dos alunos em relação ao uso da matemática para entender os fenômenos físicos estudados foi percebida, para isso era necessário mover alguns conhecimentos prévios, como multiplicar a massa pela quantidade de moedas em cada copo, em seguida multiplicar a massa pela aceleração da gravidade, tomando os fios, as polias e os copos como inextensíveis.

Sobre a identificação das polias/roldanas existentes no sistema, eles compreenderam muito bem, visto que não foi dito a eles quais seriam, uma vez que eles montaram e realizaram o experimento, equilibrando as polias à quantidade de moedas colocadas por vez, em razão do experimento necessitar de mais atenção e concentração no momento de executá-lo, como também puderam entender a

polia/roldana como uma máquina simples que fornece comodidade e vantagem mecânica (TIPLER; MOSCA, 2013), experimentalmente.

A terceira atividade experimental intitulada “porta-torque” era uma mini porta com várias “maçanetas” o objetivo do experimento era entender por que quanto menos distante da dobradiça a maçaneta estivesse mais dificuldade se tinha para abrir a porta, as maçanetas que eram os parafusos, estavam ao longo da porta como na Figura 9, a proposição feita a eles foi a seguinte: entender as razões pelas quais a porta tem mais ou menos dificuldade para ser aberta. Observar e explicar estas razões.

Figura 9 – Experimento a porta-torque.



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

Sobre as respostas escritas, eles tiveram uma certa dificuldade em explanar e argumentar sobre as razões que a proposição pedia, as respostas seguiram este perfil:

A30: *“Alavanca inter-resistente.”*

A31: *“Braço de alavanca, alavanca inter-resistente.”*

A29: *“Porque o peso é desigual e a distância também interfere.”*

A32: *“O braço é maior e é inter-resistente.”*

A33: *“Torque é a força exercida sobre o objeto ou ponta ou qualquer coisa.”*

A35: *“O braço de alavanca é maior e é inter-resistente.”*

A34: *“Polia inter-resistente.”*

Alguns alunos também explicaram verbalmente que era *“porque a maçaneta está muito próxima da dobradiça e por isso a porta fica muito pesada.”* Nesta

afirmação o aluno faz uma relação entre o módulo de força utilizada em cada maçaneta e como se a cada vez que a maçaneta estivesse mais distante se tornasse mais fácil de abrir a porta, outro ponto importante nessa afirmação é a da percepção da vantagem mecânica pois com um aumento do vetor posição uma pequena força poderia vencer uma grande força.

Além disso, observa-se que os alunos também tiveram dificuldade em expressar o que entenderam, escrevendo, ou seja conseguiam realizar algumas explicações, mas no ato da escrita, não conseguiram transcrever, Oliveira (2021, p. 72) também observou isso em uma pesquisa, afirmando “observamos que os alunos apresentaram melhor desempenho oral em relação à escrita [...]” a mesma autora em Oliveira e Carvalho (2005) argumentam que a escrita funciona como um instrumento cognitivo de discurso para organizar e consolidar ideias rudimentares em entendimento mais coerente e estruturado, por isso requer um esforço maior. Além disso, eles entenderam que a porta seria uma alavanca inter-resistente, contudo, a porta a partir do seu eixo de rotação (as dobradiças) é uma alavanca do tipo interfixa.

No que tange aos que responderam braço de alavanca, distância e torque, entende-se que eles lembraram da relação que há entre a distância perpendicular do eixo de rotação até a linha de ação da força (SERWAY e JEWETT JR., 2018) e como isso pode aumentar ou diminuir o torque, embora não terem explicado e argumentado, coerentemente, com o que a proposição pedia, relacionando a efetividade do torque ao braço de alavanca e à posição da força exercida.

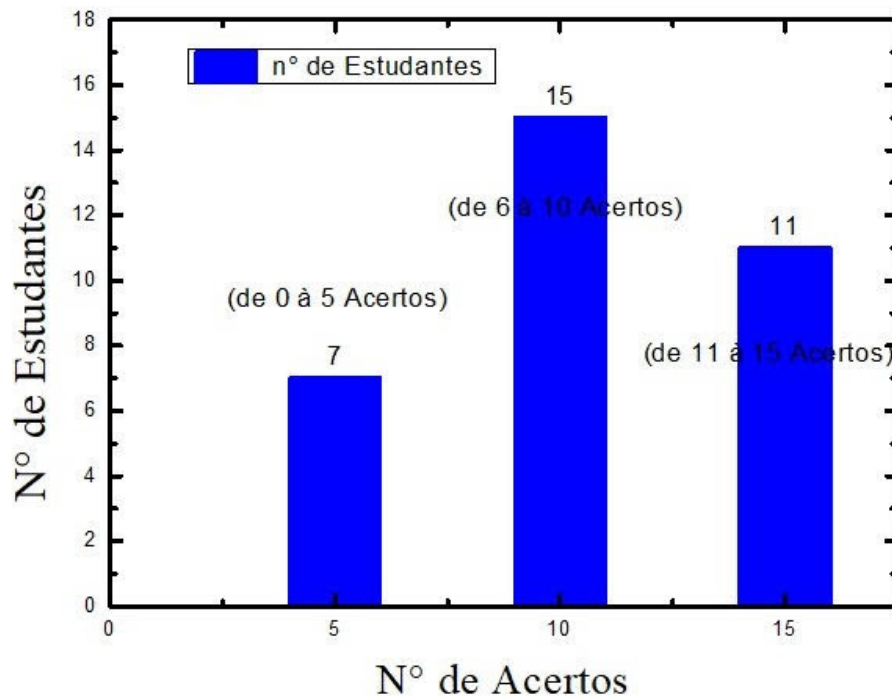
Como percebido desde a aplicação do pré-teste até as respostas às atividades experimentais os alunos tiveram muita dificuldade em discutir, argumentar, descrever ou transcrever os resultados observados e estudados por eles, Olenka (2019) também encontrou isso em uma pesquisa, a autora supõe que uma das causas deste tipo de problema seja em consequência dos hábitos dos alunos, em esperarem a resposta pronta do professor, bem como, poucas atividades que envolvem investigação por parte dos alunos.

Contudo, o professor deve sempre estar buscando meios em que os alunos possam compreender melhor a física, e perceberem o quanto ela é trivial, ao saírem do senso comum para o conhecimento científico (OLENKA, 2019). Além de que, estas atividades endossaram a curiosidade dos alunos, bem como, fizeram com que argumentassem ou tentassem argumentar sobre os fenômenos físicos envolvidos.

Finalmente, foi aplicado um questionário com 19 questões objetivas e três questões discursivas, esta etapa se configurou na quarta e última etapa da aplicação. Este, foi dividido em duas seções, 13 questões que envolviam alavancas, torque, vantagem mecânica, equilíbrio estático; nove questões sobre polias. Durante as atividades experimentais alguns conceitos errôneos iam sendo esclarecidos, portanto na aplicação do questionário os alunos já estavam conseguindo desenvolver suas argumentações, apesar das dificuldades demonstradas.

O questionário visou entender como os alunos haviam compreendido o assunto, por isso, foi construído de uma forma a extrair a interpretação, a argumentação, e a concepção dos alunos em relação aos problemas estudados, bem como a concentração e a inferência mediante às situações-problema apresentadas. Na Figura 10, neste gráfico de barras, são apresentados o número de estudantes em relação ao número de acertos:

Figura 10 – Gráfico da relação entre o número de estudantes e o número de acertos.



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

Responderam ao questionário 33 alunos, dos quais observamos através deste gráfico na Figura 10, que sete alunos fizeram de zero a cinco acertos, nenhum aluno chegou a zerar o questionário, no entanto, estes sete obtiveram abaixo de seis acertos. O maior número de alunos obteve entre seis e dez acertos, ou seja, boa parte

deles conseguiu acertar quase metade do questionário, o segundo maior número de alunos (11 alunos) obteve de 11 a 15 acertos, acertando metade ou mais da metade do questionário.

Com isso, comparando com as arguições feitas a eles anteriormente como no diagnóstico dos conhecimentos prévios, no pré-teste e nas atividades experimentais, vê-se que a maioria dos alunos pôde compreender sobre as situações-problema apresentadas, não era obrigatório que os alunos acertassem todo o questionário, mas sim que eles demonstrassem indícios de aprendizagem significativa, visto que foi um tema aparentemente novo para eles até aquele momento da aplicação da abordagem.

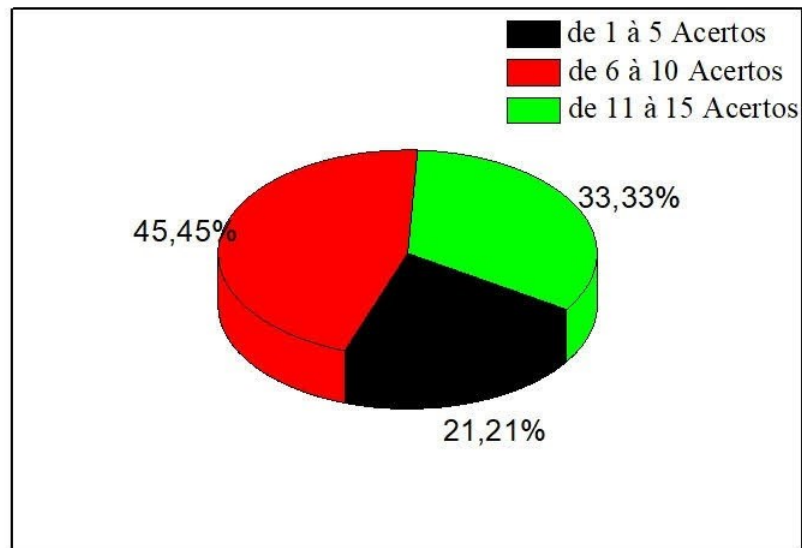
Bem como, observa-se os efeitos da abordagem do ensino de Ciências por investigação, apesar de haver um número [pequeno] de alunos que obteve poucos acertos, não significa que estes alunos não aprenderam nada, o aluno tem sua parcela de responsabilidade na sua aprendizagem, é necessário que ele esteja predisposto a aprender (MOREIRA, 2012) como também outras variáveis podem ter interferido, como a adaptação deles e a necessidade de mais familiarização a esta metodologia ou mesmo conforme Carvalho (2021) a necessidade de mais ciclos desta sequência didática.

Em relação aos alunos que obtiveram um número maior de acertos, foi verificada uma evolução maior destes em relação aos problemas trabalhados desde o início da aplicação da sequência didática. Esses alunos foram os mais participativos durante as investigações, os outros também o foram, mas com menos frequência. Todos tiveram liberdade de expressar suas compreensões do assunto.

Além do que, como mostrado desde o início desta sequência, as limitações e até mesmo os erros dos alunos, que foram pontos importantes a serem avaliados pela pesquisa, porquanto, o erro é um fator importante na aprendizagem, pois a partir do erro, os alunos conseguem enxergar diversas variáveis, as que podem interferir no problema estudado e as que não interferem (CARVALHO, 2021) o que lhes possibilita fazer ponderações e reflexões e identificarem como eles estão reagindo ao tema estudado, podendo os ressignificar.

Ademais, Carvalho (2021) também aponta que em aulas com proposta de ensino investigativo, a avaliação não pode ser concebida de uma maneira tradicional e somativa, mas que seu caráter deve ser formativo para que professor e aluno possam conferir seus aprendizados, e entender em que precisam voltar ou avançar. Na Figura 7 são esboçados, em percentuais, a relação de estudantes e acertos:

Figura 11 – Relação percentual dos estudantes e o número de acertos.



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

No gráfico de *pizza* mostrado na Figura 11, os estudantes que fizeram de um a cinco acertos estão situados na cor preta com 21,21% do total, os estudantes que fizeram de seis a dez acertos, na cor vermelha, estão com 45,45% dos acertos e os estudantes que fizeram de 11 a 15 acertos, na cor verde, estão com 33,33%. Com isso, a maioria dos alunos, relacionando os de 45,45% e os de 33,33%, conseguiu obter de seis a 15 acertos, dos quais, somando também os que estão com 21,21%, faz-se uma digressão com a qual é possível verificar indicativos de aprendizagem significativa.

Dessa maneira, as atividades com abordagem do ensino por investigação e a aprendizagem com base nos conhecimentos prévios beneficiou a turma estudada, tal como, possibilitou situações reais ao terem contato com o tema de uma forma cotidiana, levando os alunos a compreenderem a natureza da ciência como investigativa e que os erros fazem parte da construção dos seus conhecimentos, levando-os a se perceberem como agentes fundamentais no seu processo de ensino-aprendizagem, Briccia; Carvalho (2011) também comentam sobre os erros e acertos dos estudantes em atividades de investigação na adequação da linguagem física e de suas visões a respeito da ciência.

O desejo que se sente ao realizar uma pesquisa (e o que se imagina antes da pesquisa) com o intuito de oferecer mais autonomia ao aluno e mais familiaridade com os conteúdos estudados, é que os resultados serão extremamente bons, porém, deve-

se considerar as diferentes peculiaridades da turma, como também, a aplicação de uma metodologia, provavelmente, nova e desafiadora para eles.

Além de que, este questionário e a sequência didática em sua totalidade não abordaram somente questões fechadas; questões abertas com espaço para discussão também foram adicionadas, abordando sobre os fundamentos dos assuntos estudados. Questões com espaço para discussão, argumentação e raciocínio são imprescindíveis para o desenvolvimento da aprendizagem, Motokane (2015) pondera sobre isso quando relata a importância de o professor contemplar as características da ciência e da linguagem, a fala dos alunos, bem como a leitura e a escrita, por estar como um mediador das produções presentes na sequência. Assim, o aluno é instigado a criar, solucionar entre outras habilidades, como levantar hipóteses.

Por fim, ressalta-se que trabalhar com abordagens que foquem no aluno como construtor do seu conhecimento não é uma tarefa fácil, consideramos, a habilidade do professor em conduzir a aula, o seu conhecimento a respeito da teoria em questão e também da abordagem (CARVALHO, 2018, 2021), para não incorrer em metodologias diferentes da que abordagem pede são definidores para o sucesso ou fracasso da metodologia, bem como da aquisição da aprendizagem significativa, tais como conhecimentos prévios relevantes e materiais potencialmente significativos, como também outros condicionantes (SILVA, J., 2020), além de que os efeitos não são de imediato, tal como espera-se, temos de entender o tempo do aluno, como também os aspectos do processo de formação crítica e científica durante as várias imediações do ensino que esse aluno tenha passado. A respeito disso, Suart; Marcondes (2018) afirmam que, desenvolver propostas focadas no ensino por investigação é um processo complexo que demanda o enfrentamento de situações que ainda não são clarificadas com relação ao ambiente escolar.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao se trabalhar com as temáticas de alavancas e roldanas como instrumentos que são utilizados no dia a dia e que possibilitam uma relação com os conhecimentos prévios do aluno, além de implementar a abordagem do ensino de Ciências por investigação que conferiu aos alunos maior autonomia, bem como buscou que eles interagissem mais nas aulas e realizassem atividades experimentais que mostraram a eles como se relacionavam os conceitos físicos com fatos que aconteciam no dia a dia à proporção que os níveis de abstração do conteúdo foram aumentando, visto que, isso é necessário e importante para a aprendizagem de Física. Além de que, ressaltamos a intenção de mostrar a Física como uma ciência e não somente como uma disciplina e que faz parte da vida dos alunos.

Então, é admissível fazer algumas considerações sobre os resultados obtidos, pois, ao realizar atividades na sala de aula embasados na Teoria da Aprendizagem Significativa e com a abordagem didática do ensino de Ciências por investigação pôde proporcionar aos alunos muitos momentos potencialmente significativos de aprendizagem, embora tenha sido perceptível muitas limitações dos alunos durante as atividades, contudo, conseguiu-se observar um progresso dos alunos mediante a evolução das atividades tendo em vista, o primeiro momento, seguindo até as atividades experimentais e a avaliação, a forma com que foram abordados tais assuntos, mesmo os alunos inconscientes da abordagem e da teoria em questão demonstrou várias dificuldades da turma estudada.

Assim, com o diagnóstico dos conhecimentos prévios já foram verificadas dificuldades deles em estabelecer uma sequência lógica de palavras tendo em vista que não conheciam tal assunto, no entanto, isso foi essencial para que eles percebessem que era imprescindível que, ao estudarem algum assunto associarem esse assunto com algo que já soubessem para que comesçassem pelo que eles já sabiam, ao passo que encontram em suas realidades o tema estudado em proporção com o aumento da abstração.

A aplicação da sequência didática como material potencialmente significativo e uso de mapas conceituais também permitiu que houvesse mais apoio para os alunos, uma vez que esses materiais continham os conceitos dos temas trabalhados bem detalhados. A pesquisa também foi beneficiada, dado que foram necessárias investigações nas fontes utilizadas neste trabalho para organizar adequadamente a

sequência didática de forma a utilizar uma linguagem entendível para os alunos e promover a investigação.

Ademais, os fenômenos físicos observados durante as aulas dos quais ocorreu a possibilidade de observá-los em virtude das atividades experimentais que foram essenciais para a realização e aplicação da pesquisa em si, além de assim como a produção da sequência didática, nos permitiu também, aprender mais sobre os conhecimentos físicos envolvendo as alavancas e roldanas, inclusive os alunos ficaram mais engajados nesses momentos, visto que foi percebido o interesse deles, embora não terem conseguido articular suas hipóteses com coerência frente aos objetivos de cada atividade.

Sobre a proposição de que a forma como o ensino é mediado pode promover a aprendizagem significativa, pode-se inferir que a abordagem didática e ensino e aprendizagem baseados nos conhecimentos prévios e na investigação realizada pelo aluno é possível que a aprendizagem possa ocorrer de maneira significativa uma vez que o aluno aprende ativamente em contrapartida da passividade, com os resultados obtidos da avaliação observa-se que houve melhora no desempenho deles em relação ao primeiro momento, ainda que seja evidente a carência em variados conceitos estudados, acredita-se que isso se deve a outros fatores independentes da aplicação da pesquisa.

Uma das limitações desta pesquisa o que também se acredita que influenciou nos resultados foi o tempo permitido para a aplicação da pesquisa, como já dito no referencial desta pesquisa o que os autores vêm denunciando é o tempo destinado às aulas de Física, de forma progressiva a carga horária de Física vem sendo diminuída e isso impacta diretamente na forma como o ensino é mediado e como os alunos aprendem. É importante salientar que o professor precisa ter domínio da abordagem, pois sem isso não será possível implementá-la, é necessário estudo da abordagem em si e não somente do conteúdo Carvalho; Sasseron (2018) comentam sobre isso, o tempo para a consecução das atividades e as relações com a turma também são elementos que devem ser refletidos, pois de início os alunos rejeitam ter que se esforçar um pouco mais.

Assim, destaca-se que a mediação do ensino baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa e na abordagem do ensino de Ciências por investigação pode ser utilizada não somente no assunto alavancas e roldanas, todavia em outros assuntos de Física, como os de Termodinâmica, Oscilações e Ondas,

Eletromagnetismo, outros assuntos de Mecânica Clássica, hidrostática, até mesmo alguns assuntos introdutórios de Física Moderna, entre outros assuntos que podem ser abordados. Desse modo, fica a contribuição desta pesquisa para o ensino de conceitos relacionados a alavancas e roldanas que envolvem conhecimentos como torque, vantagem mecânica, multiplicação de força, conhecimentos importantes para a aprendizagem de Mecânica, ademais, recomenda-se a apropriação de abordagens que possam promover a investigação e a não satisfação com a inércia do aluno diante do ensino-aprendizagem dos assuntos da Física e se incumbir da necessidade de mediação de um ensino que pauta a realidade do aluno.

Dessa forma, este estudo proporcionou um ensino de Física que relacionou a realidade do aluno com o conhecimento científico, dado que envolveu a Física e a tecnologia das máquinas simples, para exemplificar vantagem mecânica, que permite o conforto na realização de atividades cotidianas, torque, presente no entendimento da rotação e não somente das máquinas simples, entre outros, relações essas, importantes para que ocorra a aprendizagem significativa.

REFERÊNCIAS

ALONSO, Marcelo; FINN Edward J. **Física um curso universitário**. Vol. 1 mecânica, Giorgio Moscati coord. Tradução de Mário A. Guimarães *et al.*, 2ª ed. Brasileira – São Paulo: Blucher, 2014.

ANDRADE, Guilherme Trópia Barreto de. Percursos histórico de ensinar Ciências através de atividades investigativas. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 13, n. 1, p. 121 – 128, jan. – abr. 2011. Disponível em: percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas | ensaio pesquisa em educação em ciências (ufmg.br), acesso em: 30 março 2022.

ASSIS, André Koch Torres. **Arquimedes, o centro de gravidade e a lei da alavanca**. Montreal, Canadá: Apeiron Montreal, 1ª edição, 249 p. 2008. Disponível em: <https://www.ifi.unicamp.br/~assis/Arquimedes.pdf> acesso: 28 março 2022.

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Tradução: Lígia Teopisto, 1ª ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.

BAPTISTA, Mônica. **Concepção e implementação de actividades de investigação: um estudo com professores de Física e Química no Ensino Básico**. 2010. Tese (Doutorado em Educação Didáctica das Ciências) – Instituto de Educação, Universidade de Lisboa (UL), Lisboa, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/1854/7/Cap.%204.pdf>, acesso em: 30 maio 2022.

BARBIERI, P. F. Reavaliação e rememoração dos conceitos de mecânica geral com análises geométricas e/ou gráficas: máquinas simples. Parte II. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, v. 33, n. 4, agosto – novembro, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/6mD6NMNKcNtbVtYYJ33TyKb/?format=pdf&lang=pt>, acesso em: 3 jan. 2022.

BARROSO, Marta F.; RUBINI, Gustavo.; SILVA, Tatiana. da. Dificuldades na aprendizagem de física sob a ótica dos resultados do ENEM. **Revista Brasileira do Ensino de Física (RBEF)**, vol. 40, n. 4, e-40402, p. 1 – 23, 2018. Disponível: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/WgC3RNzBBDTDvdkrfYJfxHQ/?format=pdf&lang=pt>, acesso em: 2 ago. 2022

BAUER, Wolfgang; WESTFALL, Gary D.; DIAS, Hélio. **Física para universitários**. Tradução: Iuri Duquia Abreu, Manuel Almeida Andrade Neto; – Porto Alegre: Mc Graw Hill, Bookman (AMGH), 2012.

BONADIMAN, Hélio.; NONENMACHER, Sandra E. B. O gostar e o aprender no Ensino de Física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, v. 24, n. 2: p. 194 – 223, ago. 2007. Disponível: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/1087/843>, acesso em: 4 set. 2022.

BRASIL, **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)**. Física, Brasília: MEC/SEF, 2002 Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/programa-saude-da-escola/195-secretarias-112877938/seb-educacao-basica-2007048997/12598-publicacoes-sp-265002211> acesso: 28 março 2022

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf acesso: 28 março 2022

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias**. SEB/Brasília: Ministério da Educação/ Secretaria de Educação Básica. 135p. 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf, acesso em: 28 março 2022.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM)**. Ciências da Natureza Matemática e suas Tecnologias, Brasília: MEC/SEF, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/programa-saude-da-escola/195-secretarias-112877938/seb-educacao-basica-2007048997/12598-publicacoes-sp-265002211> Acesso em: 28 março 2022

BRICCIA, Viviane. Sobre a Natureza da Ciência e o ensino. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2021, p. 112 – 127.

BRICCIA, Viviane; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Visões sobre a natureza da ciência construídas a partir de um texto histórico na escola média. **Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias (REEC)**, v. 10, n. 1, p. 1 – 22. 2011. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen10/ART1_Vol10_N1.pdf, acesso em: 16 nov. 2022.

BRUM, Wanderley Pivatto; SCHUHMACHER, Elcio. Aprendizagem significativa: revisão teórica e apresentação de um instrumento para apresentação em sala de aula. **Revista Eletrônica de Ciências da Educação**, Campo Largo, v. 14, n. 1, nov. 2015. Disponível: <http://www.periodicosibepes.org.br/index.php/reped/article/view/1732>, acesso em: 5 maio 2022

CAMPOS, Galúcio José; KALHIL, Josefina Barrera; BRITO, Licurgo Peixoto de. Avaliando o papel dos conhecimentos prévios para a elaboração de hipóteses em questões abertas no ensino de Física. **Revista Prática Docente**, Instituto Federal do Mato Grosso, Campus Confresa v. 2, n. 2, p. 304 – 318, jul./dez. 2017. Disponível: <https://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/103>, acesso em: 26 jul. 2022.

CAPPECHI, Maria Cândida Varone de Moraes. Problematização no ensino de Ciências. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. (org.). **Ensino de Ciências por**

investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2021, p. 21 – 39.

CARDOSO, Henrique Bezerra; FREIRE, Paulo de Tarso Cavalcante; MENDES FILHO, Josué. Arquimedes e a lei da alavanca: erros conceituais em livros didáticos. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, v. 23, n. 2: p. 218 – 237, agosto. 2006. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6276>, acesso em: 27 nov. 2021.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **O ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2021.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. As práticas experimentais no Ensino de Física. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de Física.** Coleção Ideias em Ação. São Paulo: Cengage Learning, 2010, p. 53 – 78.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)**, v. 18, n. 3, p. 765 – 794, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>, acesso em: 5 maio 2022

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; SASSERON, Lúcia Helena. Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação dos professores. **Estudos Avançados.** V. 32, n. 94, 2018. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/152655>, acesso em: 18 jul. 2022.

CARVALHO, Raquel Silva Cotrim; CARVALHO, Plauto Simão de; MIRANDA, Sabrina do Couto de. O ensino de ciências por investigação à luz da aprendizagem significativa. **Revista Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer-Jandaia- GO**, v. 18, n. 35, p. 155-172, 2021. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/3831>, acesso em: 5 maio 2022.

CORRADI, Wagner *et al.* **Fundamentos de Física I.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 302 p. 2010. Disponível em: FUNDAMENTOS_FISICA_I_JULHO2010_WCORRADI.pdf (ufmg.br). acesso em: 22 março 2022.

FERRAZ, Arthur Tadeu; SASSERON, Lúcia Helena. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover a argumentação em aulas investigativas. **Revista Ensaio em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 19, n. e2658, p. 1 – 25, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/PjgmrQLfDWSXLf7b9BRPP4x/?lang=pt>, acesso em: 19 jul. 2022.

GIL-PÉREZ, Daniel. *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação.** Bauru, v. 7, n. 2, p. 125 – 153, 2001. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/DyqhTY3fY5wKhzFw6jD6HFJ/?format=pdf&lang=pt>, acesso em: 11 ago. 2022.

GREEN, Dan. **Tecnologia: o mundo na palma da mão!** Ilustração de Simon Basher, tradução de Márcia Macêdo. Barueri, São Paulo: Girassol, 2012 – Coleção Ciência Fácil.

LOPES, Kênya Maria Vieira *et al.* As sequências didáticas no ensino de Ciências e Matemática no Brasil. **Revista Internacional Educon**, v. 1, n. 1, p. 1 – 16, set. – dez. 2020. Disponível em: <https://grupoeducn.com/revista/index.php/revista/article/view/569>, acesso em: 30 ago. 2022.

MARICONDA, Pablo Rubén. As mecânicas de Galileu: as máquinas simples e a perspectiva técnica moderna. **Revista Scientiae Studia**, São Paulo, v. 6, n. 4, p. 565 – 606, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ss/a/DvHjcV47LjG8B4QvqS3WN4w/?lang=pt>, acesso em: 5 jan. 2022.

MOREIRA, Marco Antônio. Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. **Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente (REMPEC)**, v. 4, n. 1, p. 2 – 17, abril, 2011. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/ensinosaudeambiente/article/view/21094>, acesso em: 5 maio 2022.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa em mapas conceituais**. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, v. 24, n. 6, 2013. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v24_n6_moreira_.pdf acesso em: 15 ago. 2022.

MOREIRA, Marco Antônio. Desafios no ensino de física. **Revista Brasileira do Ensino de Física (RBEF)**, vol. 43, e20200451, p. 1-8, outubro, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/xpwKp5WfMJsfcRNFCxhFhQLy/?lang=pt&format=pdf>, acesso em: 7 maio 2022.

MOREIRA, Marco Antônio. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e Perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF)**. V. 22, n. 1, março de 2000. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22_94.pdf, acesso em: 30 set. 2022.

MOREIRA, Marco Antônio. Ensino de Física no século XXI: desafios e equívocos. **Revista do Professor de Física**. Brasília, vol. 1, n. 3, 2018b. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiarrypve_5AhVhALkGHTNrChYQFnoECAsQAQ&url=https%3A%2F%2Fperiodicos.unb.br%2Findex.php%2Frp%2Farticle%2Fdownload%2F19959%2F18380%2F34390&usq=AOvVaw0vBPK8ehe2NwtzhIQz6KzX, acesso 20 ago. 2022.

MOREIRA, Marco Antônio. Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea. **Revista do Professor de Física**. Brasília, v. 1, n. 1, 2017.

Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/7074/5725>, acesso em: 20 ago. 2022.

MOREIRA, Marco Antônio. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Instituto de Física – UFRGS, Porto Alegre, RS, 27 p. 2012a. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf> acesso: 28 março 2022

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de aprendizagem.** São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, Marco Antônio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Revista Estudos Avançados**, vol. 32, n. 94, p. 73-80, ago. – set., 2018a. disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/3JTLwqQNsfWPqr6hjzyLQzs/?lang=pt>, acesso em: 5 maio 2022.

MOREIRA, Marco Antônio.; **Mapas conceituais e aprendizagem significativa.** Instituto de Física – UFRGS, p. 1 – 14, Porto Alegre, RS. 2012b. Disponível em: https://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/pe_Goulart/Material_de_Apoio/Referencial%20Teorico%20-%20Artigos/Mapas%20Conceituais%20e%20Aprendizagem%20Significativa.pdf . acesso em: 14 ago. 2022.

MOTA, Carlos Bolli. **Equilíbrio e alavancas** - UFSM, 2019. Disponível em: https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/644/2019/07/equilibrio_e_alavancas.pdf acesso em: 6 ago. 2022.

MOTOKANE, Marcelo Tadeu. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. especial, p. 115 – 137, Belo Horizonte, novembro, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/xL8cWSV4frJyzqPfC35NgXn/?lang=pt&format=pdf>, acesso em: 2 de ago. 2022.

MOURA, Breno Arsioli. O que é a natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência.** Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32 – 46, jan./jun. 2014. Disponível em: https://www.sbh.org.br/arquivo/download?ID_ARQUIVO=1932, acesso em: 2 set. 2022.

MOURÃO, Matheus Fernandes; SALES, Gilvandenys Leite. O uso do ensino por investigação como ferramenta didático-pedagógica no ensino de Física. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13 n. 5, 2018. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID549/v13_n5_a2018.pdf, acesso em: 2 ago. 2022.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de Física básica.** – 5ª ed. São Paulo: Blucher, 2013.

OLENKA, Laudileni. Dificuldades e avanços na utilização de roteiros investigativos: a prática investigativa na prática. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa)**, v.10, n. 5, p. 119 – 130, 2019. Disponível em:

<https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1395>, acesso em: 2 ago. 2022.

OLIVEIRA, Carla Marques Alvarenga de. O que se fala e se escreve nas aulas de Ciências? In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. (org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2021, p. 63 – 75.

OLIVEIRA, Carla Marques Alvarenga de; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Escrevendo em aulas de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 3, p. 347 – 366, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/N6NJx3jrYjm5XFsqpBhJT3C/abstract/?lang=pt>, acesso em: 29 nov. 2022.

OLIVEIRA, Maxwell Ferreira de. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em administração**. UFG – Universidade Federal de Goiás, Catalão, GO, 72 p. 2011. Disponível em: Microsoft Word - Manual de metodologia científica (ufg.br). acesso em: 11 fev. 2022.

PELLIZZARI, Adriana *et al.* Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Rev. PEC**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 37 – 42 jul. 2001, jul. 2002. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012381.pdf>, acesso em: 30 março 2022.

PEREIRA, Marta Máximo. Sentidos (do e no) Ensino de Física no Ensino Médio: articulações com a teoria histórico-cultural. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**. V. 37, n. 1, p. 1 – 5, abr. 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2020v37n1p1>, acesso em: 19 jul. 2022.

PERUZZO, Jucimar. **A física através de experimentos: mecânica**. Vol. I, Irani, Santa Catarina: 2013.

PIETROCOLA, Maurício. Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo. In: PIETROCOLA, Maurício. (org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001, p. 9 – 31.

POLIAS – UNESP, **Projeto experimentos de Física com materiais do dia a dia**, UNESP/Bauru, 2022. Disponível em: <https://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec11.htm>. Acesso em: 22 jan. 2022.

POLITO, Antony Marco Mota; BARCELLOS COELHO, André Luís Miranda de. Uma metodologia geral para a Teoria Ausubeliana e sua aplicação no desenvolvimento de um instrumento de subsunção entre conceitos de música e de Física – Parte I. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 1, p. 325 – 345 abr. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/74041>, acesso em: 2 out. 2022.

SÁ, Alessandra Botignon de; PEDRÍLIO, Ana Vitória; BUSNARDO, Paola Martinelli. **Projeto de física II – alavancas**. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus Sorocaba, maio de 2013. Disponível em: <https://www.sorocaba.unesp.br/Home/Extensao/Engenhocas/bazinga.pdf>, acesso em: 1 março 2022.

SÁ, Eliane Ferreira de. **Discursos de professores sobre o ensino de ciências por investigação**. 2009. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/FAEC-84JQPM/1/2000000177.pdf>, acesso em: 3 maio 2022.

SASSERON, Lúcia Helena. **Alfabetização Científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. 2008. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002263232>, acesso em: 3 maio 2022.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização Científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre Ciências da Natureza e escola. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49 – 67, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTTMcq/?lang=pt&format=pdf>, acesso em 08 maio 2022.

SASSERON, Lúcia Helena. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. (org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação**. São Paulo: Cengage Learning, 2021, p. 41 – 61.

SCARPA, Daniela Lopes; SASSERON, Lúcia Helena; SILVA, Maíra Batistoni e. O ensino por investigação e a Argumentação em aulas de Ciências Naturais. **Revista Tópicos Educacionais**. Recife, v. 23, n. 1, p. 7 – 27, jan./jun. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/topicoseducacionais/article/view/230486/24551>, acesso em 20 ago. 2022.

SERWAY, Raymond A.; JEWETT JR, Jonh W. **Princípios de Física**. Tradução da 5ª edição norte-americana, revisão técnica: Márcio Maia Vilela. –São Paulo: Cengage Learning, 2018.

SILVA, Alessandro C.; TOTTI, Frederico A. Professor, por que tenho que aprender Física? Um estudo das justificativas para aprendizagem de Física. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer- Goiânia, v. 11, n. 20, p. 673 – 684, 2015. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2015a/professor.pdf>, acesso em: 3 out. 2022.

SILVA, Domiciano Correa Marques da Silva. Vantagem mecânica, **Mundo Educação**. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/vantagem-mecanica.htm>, acesso em: 28 nov. 2022

SILVA FILHO, Olavo Leopoldino da; FERREIRA, Marcello. Modelo teórico para levantamento e organização de subsunçores no âmbito da Aprendizagem Significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 44, n. e20210339, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/GftmMVGdCfWfJMMKPfZkszq/?lang=pt>, acesso em: 14 nov. 2022

SILVA, João Batista da. A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel: uma análise das condições necessárias. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 4, e09932803, p. 1 – 13, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/339916302_A_Teoria_da_Aprendizagem_Significativa_de_David_Ausubel_uma_analise_das_condicoes_necessarias, acesso em: 3 ago. 2022.

SILVA, José Gilvan Zumba da. O ensino de Física através das vivências do cotidiano. In: VII CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., 2012, Palmas, TO. **Artigos do VII CONNEPI**. Disponível em: <https://propi.ifto.edu.br/index.php/connepi/vii/paper/download/3538/1102>. Acesso em: 11 fev. 2022.

SILVA JÚNIOR, Joab Silas da. Polias, **Mundo Educação**. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/polias.htm>, acesso em: 17 set. 2022.

SOLINO, Ana Paula; FERRAZ, Arthur Tadeu; SASSERON, Lúcia Helena. Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares. In: XXI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 21. **Artigos do XXI SNEF**, 2015. Disponível em: <https://www.cecimig.fae.ufmg.br/images/SolinoFerrazeSasseron2015.pdf>, acesso em 20 ago. 2022.

SOUZA, Romildo José de; OLIVEIRA, Paulo Jorge de; Aprendizagem Significativa: uma experiência com trabalhos de conclusão de curso. In: VII CONNEPI – CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO. 7. **Artigos do VII CONNEPI**, 2012, Palmas, Tocantins. Disponível em: <https://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/413/2125> acesso em: 14 ago. 2022.

SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Ribeiro Eunice. O processo de formação orientada na formação inicial de um orientando de Química visando o ensino por investigação e a promoção da Alfabetização científica. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 20, e9666, p. 1 – 28, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/Y7JfVvn6jvKbPD3G6j6PQNq/?lang=pt&format=pdf>, acesso em: 15 nov. 2022.

TAVARES, Romero. Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição**, vol. 12, p. 72 – 85, 2007. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v12/m347187.pdf>, acesso em 20 maio 2022.

TAVARES, Romero.; Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 18, n. 2, 2010.

Disponível em: <http://www.fisica.ufpb.br/~romero/pdf/2010RBIERomero.pdf>, acesso em: 20 maio 2022.

TEIXEIRA, Mariane Mendes. **Alavanca**, Brasil Escola. 2022. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/alavanca.htm>. Acesso em: 8 ago. 2022

TIPLER, Paul A.; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros, volume 1**. Tradução e revisão técnica: Paulo Machado Mors- [Reimpressão] – Rio de Janeiro: LTC, 2013.

VIEIRA, Fabiana Andrade da Costa. **Ensino por investigação e aprendizagem significativa crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino**. 2012. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, 2012. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/102039>, acesso em: 2 fev. 2022.

VIEIRA, Luís Duarte; NICOLODI, Jean Carlos; DARROZ, Luiz Marcelo. A área de Ciências da Natureza no PCNs e na BNCC. **Revista Insignare Scientia (RIS)**, vol. 4, n. 5, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/12561>, acesso em: 2 set. 2022.

VILELA JÚNIOR Guanis de Barros *et al.* **Licenciatura em Educação Física: cinesiologia**. Ponta Grossa – PR: Editora UEPG, 195 p. 2011. Disponível em: http://www.cpaqv.org/cinesiologia/livro_cinesiologia_guanis.pdf acesso em: 28 março 2022.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Física I: Mecânica. Sears e Zemansky**. Colaborador: A. Lewis Ford, tradução: Daniel Vieira, Revisão técnica: Adir Moysés Luiz. 14^a ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

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

ZÔMPERO, Andreia de Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. As atividades de investigação no ensino de Ciências na perspectiva da teoria da Aprendizagem Significativa. **Revista Electrónica de Investigación em Educación em Ciências (REIEC)**, vol. 5, n. 2, p. 12 – 19, Buenos Aires, Argentina. Dez., 2010. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2733/273319421002.pdf>, acesso em: 8 maio 2022.

ZÔMPERO, Andreia de Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67 – 80, set-dez, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/LQnxWqSrmzNsrRzHh3KJYbQ/?lang=pt&format=pdf>, acesso em: 8 maio 2022.

APÊNDICE A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DE SÃO BERNARDO
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS/QUÍMICA

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

São Bernardo

2022

TESTANDO O QUE VOCÊ SABE!

01- O que é uma alavanca?

02- Escreva o nome das alavancas que conheces.

03- Por que utilizamos alavancas no dia a dia mesmo sem saber que são alavancas?

04- Quais são as partes de uma alavanca?

05- Por que ao utilizarmos algumas alavancas temos mais comodidade?

06- Você considera a alavanca e a polia como tecnologias?

07- O que é uma polia/roldana?

08- Para que utilizamos polias/roldanas?

09- Quais os tipos de polias/roldanas?

10- Que relação essas máquinas mencionadas têm com a Física?

APRESENTAÇÃO

Prezado estudante, este material é fruto de uma pesquisa para o meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Peço sinceridade e autenticidade em sua resposta, responda baseado nos seus conhecimentos adquiridos, seu envolvimento com a aula e com as atividades experimentais. Não copie do colega nem escreva qualquer coisa, pois suas respostas serão de grande relevância para análise dos resultados desta pesquisa, além de que sua atenção e seu interesse neste trabalho são indispensáveis para a sua aprendizagem, compreensão e entendimento do assunto, não se preocupe em errar, o importante é que você seja autêntico quanto ao que você construiu de conhecimento com este projeto.

Iremos estudar dois temas que envolvem as aplicações da Física, o primeiro é sobre alavancas e o segundo é sobre polias ou roldanas, que são máquinas presentes no seu dia a dia, talvez você as conheça por outros nomes, mas quando começarmos a estudar você verá que as conhece muito bem, também teremos atividades experimentais relacionadas a este tema. Tenha atenção e foco, sua participação também será muito importante. Lembrando que sua identidade será preservada, faremos uso apenas das suas respostas e sua interação com a aula. Lembre-se: FÍSICA TEM A VER COM VOCÊ!

Tema da aula 01: Introdução ao estudo das alavancas e roldanas. Histórico, conceitos fundamentais, aplicações cotidianas, conceitos físicos.

Duração: 40 minutos².

Recursos: quadro branco, projetor de vídeo, material instrucional.

- **Objetivos:** (Re)conhecer as alavancas, associando às máquinas simples do seu dia a dia, conhecendo também as suas partes e o funcionamento de cada uma destas partes.
- (Re)conhecer as polias ou roldanas, associando-as às máquinas simples do seu dia a dia, bem como discutir os tipos e suas diferenças.

Tema da aula 02: continuação do estudo das alavancas e roldanas, parte experimental, experimentos estudando os tipos de alavancas, pesinho levantando peso, porta torque.

Duração: 40 minutos.

Recursos: quadro branco, projetor de vídeo, material instrucional, materiais para os experimentos.

- **Objetivo:** Descobrir o tipo de alavanca estudado no experimento. Explicar as diferenças que este tipo de alavanca implica. Resolver dialogicamente as questões propostas.
- **Objetivo:** Compreender por que uma roldana com massa menor pode levantar uma roldana com massa maior. Explicar quantas e qual(is) tipo(s) de roldana a atividade mostra.
- **Objetivo:** Entender as razões pelas quais a porta tem mais ou menos dificuldade de ser “aberta”. Observar e explicar estas razões.

Tema da aula 03: Relembrando as aplicações e o funcionamento das alavancas e roldanas como máquinas simples, resposta ao questionário.

Duração: 90 minutos.

Recursos: Papel, lápis, borracha e caneta.

- **Objetivo:** Relembrar os conteúdos aprendidos, relacionar e demonstrar domínio e compreensão a partir dos conhecimentos adquiridos.

(RE)CONHECENDO as ALAVANCAS

² Esse foi tempo para aplicação desta sequência, mas em outras aplicações cada aula poderá ser duplicada ou mais, conforme a disponibilidade de tempo.

- **Objetivo:** (Re)conhecer as alavancas, associando às máquinas simples do seu dia a dia, conhecendo também as suas partes e o funcionamento de cada uma destas partes.

A alavanca é uma das máquinas simples estudada na Antiguidade grega. As outras máquinas simples (máquinas simples são aquelas que deram origem a todas as outras máquinas complexas, são as primeiras máquinas da humanidade e literalmente são simples) são a polia (ou roldana), a cunha (ou plano inclinado), o sarilho (ou guincho, ou guindaste, ou roda e eixo) e o parafuso sem fim ou hélice sem fim.

Texto retirado e adaptado de: ASSIS, André Koch Torres. **Arquimedes, o centro de gravidade e a lei da alavanca**. Montreal, Canadá: Apeiron Montreal, 1ª edição, 249 p. 2008. Disponível em: <https://www.ifi.unicamp.br/~assis/Arquimedes.pdf> acesso: 28 de março 2022

O ser humano, ao longo de sua história, sempre procurou melhorar suas condições de trabalho, principalmente no que se refere à redução de esforço físico. Assim, buscou meios alternativos que lhe permitisse realizar as tarefas de modo mais fácil e com o menor gasto possível de tempo e de sua força muscular.

Os primeiros instrumentos utilizados foram a alavanca, a roda e o plano inclinado que por sua simplicidade, ficaram conhecidos como máquinas simples.

A alavanca é basicamente uma barra que pode girar em um ponto de apoio, ou seja, ao sofrer uma determinada força esta barra irá girar em torno de um ponto fixo que também é chamado de fulcro. Quando você usa um pedaço de madeira para deslocar uma pedra, uma quebra – nozes, um carrinho de mão, uma pinça, uma tesoura entre outros, você está usando uma alavanca.

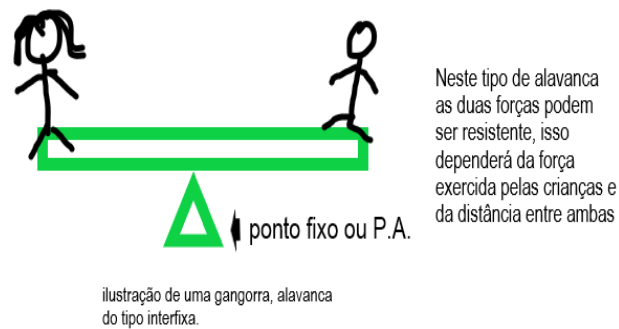
Podemos então pensar que existem três elementos em uma alavanca: a força aplicada (também chamada de força ação, força operadora ou força potente, é a força que “você exerce” (F.P)), a força resistente (a força que vai resistir à sua ação (F.R.)) e o fulcro (ou ponto de apoio (P.A)). Dependendo da localização onde cada um desses elementos se encontram as alavancas podem ser classificadas em:

- Interfixa ou de primeira classe. Nesse caso o ponto fixo se encontra no meio, entre a força potente e a força resistente. Ex.: Balança de braços iguais, tesoura, pé de cabra, martelo, alicate, furador de papel, abridor de latas etc.

- Inter-resistente de segunda classe. Nesse caso a força resistente se encontra no meio, entre o ponto fixo e a força potente. Ex.: Carrinho de mão, quebra nozes, abridor de garrafas, chave inglesa etc.
- Interpotente ou de terceira classe. Nesse caso a força potente se encontra no meio, entre a força resistente e o ponto fixo. Ex.: pinça, vara de pescar etc.

Observe as ilustrações abaixo:

Figura 12 – Ilustração de uma alavanca interfixa

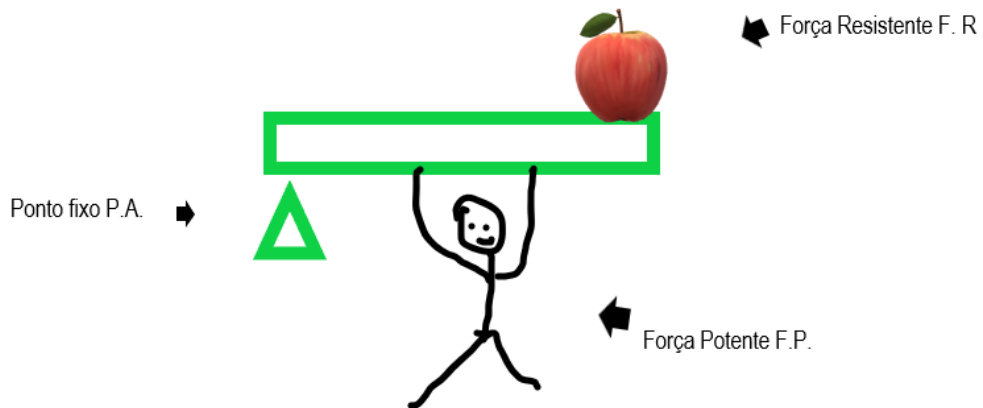


Fonte: Arquivo Pessoal, 2022

Figura 13 – Ilustração de uma alavanca Inter-resistente

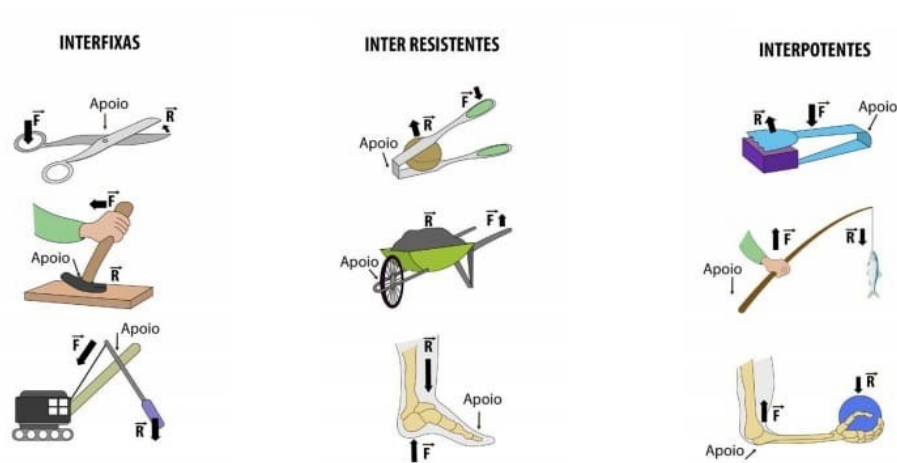


Fonte: Arquivo Pessoal, 2022

Figura 14 – Ilustração de uma alavanca interpotente

Fonte: Arquivo Pessoal, 2022

Observe que essas ilustrações representam apenas as partes de uma alavanca, mas quanto ao formato, existem alavancas de vários formatos, inclusive em seu corpo existem alguns membros que se constituem como alavancas, você pode pesquisar sobre isso depois. Na imagem abaixo veja alguns exemplos de alavancas no seu dia a dia:

Figura 15 – Exemplos de alavancas.

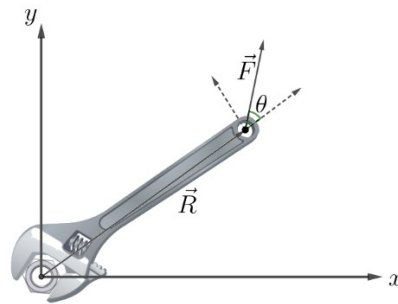
Fonte: Aula 4.32: Torque, alavancas e equilíbrio de corpos extensos (webfisica.com)

O braço humano pode ser uma alavanca interfixa ou interpotente dependendo do tipo de alavanca que é acionada.

O TORQUE

O torque ou momento de uma força, é uma grandeza física vetorial, que indica a tendência de rotação de um corpo. Observe a figura abaixo:

Figura 16 – Efeito do torque de uma chave sobre um parafuso



Fonte: Aula 4.32: Torque, alavancas e equilíbrio de corpos extensos (webfisica.com)
<https://www.google.com/amp/s/brasilescola.uol.com.br/amp/fisica/equilibrio-estatico.htm>

O torque é a grandeza que indicará a tendência de rotação do parafuso (neste caso) e é proporcional à força aplicada na chave e ao comprimento do braço de alavanca. Abaixo temos a equação do torque que é representado pela letra T (tau):

$$T = F \cdot d \cdot \text{sen}(\theta) \quad (1)$$

- d é distância do ponto de aplicação da força e o ponto fixo. (comprimento do braço de alavanca)
- F é a força aplicada.
- O seno está na expressão para garantir-nos que estaremos a considerar apenas a componente da força perpendicular ao braço de alavanca. Geralmente este seno é o de 90° , que é igual 1.
- Unidade de medida $N \cdot m$
- O torque também poderá ter sinal negativo ou positivo, quando o torque é anti-horário ele adquire sinal positivo e quando é horário ele adquire sinal negativo.

O **equilíbrio estático**, quando as dimensões de um corpo podem ser desprezadas, estamos nos referindo a um **ponto material**, para que um ponto material esteja em equilíbrio é necessário que o a **soma de todas as forças resultantes que atuem sobre este corpo seja zero**. Quando não podemos desprezar as dimensões de um corpo, como no caso das alavancas e outros objetos macroscópicos estamos nos referindo a um **corpo extenso**, para que ele esteja em equilíbrio é necessário que o **somatório de todos os torques ou momentos resultantes seja igual a zero**

VANTAGEM MECÂNICA

Indica o aproveitamento, com que age a força potente frente à força resistente e é retirada da razão entre a força resistente e a força potente ou então entre o braço resistente e o braço potente:

- Vantagem mecânica maior que 1 ($VM > 1$) a força potente é inferior à força resistente, portanto, existe vantagem mecânica.
- Vantagem mecânica menor que 1 ($VM < 1$) a força resistente é inferior à força potente, portanto, existe desvantagem mecânica.
- Vantagem mecânica igual 1 ($VM = 1$) existe equilíbrio entre as duas forças.

$$V_m = \frac{F_R}{F_P} = \frac{B_P}{B_R} \quad (2)$$

V_m , se refere à vantagem mecânica, F_r é o módulo da força resistente, F_p é o módulo da força potente, B_p é tamanho do braço da força potente, B_r é o tamanho do braço da força resistente, ambos, são medidos em metros. O braço de alavanca é a distância perpendicular da linha de ação da força até o eixo de rotação. A vantagem mecânica é adimensional, portanto, não possui unidade de medida.

REFERÊNCIAS

adaptado de: <https://pt.khanacademy.org/science/7-ano/desenvolvimento-tecnologico/maquinas-simples/a/alavancas> acesso em 15 de abril de 2022

ASSIS, André Koch Torres. **Arquimedes, o centro de gravidade e a lei da alavanca**. Montreal, Canadá: Apeiron Montreal, 1ª edição, 249 p. 2008. Disponível em: <https://www.ifi.unicamp.br/~assis/Arquimedes.pdf> acesso: 15 de abril de 2022

Aula 4.32: Torque, alavancas e equilíbrio de corpos extensos (webfisica.com) acesso em 15 de abril de 2022

BAUER, Wolfgang; WESTFALL, Gary D.; DIAS, Hélio. **Física para universitários**. Tradução: Iuri Duquia Abreu, Manuel Almeida Andrade Neto; – Porto Alegre: Mc Graw Hill, Bookman (AMGH), 2012. University with modern physics

HELERBROCK, Rafael. **"Equilíbrio estático"**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/equilibrio-estatico.htm>. Acesso em 06 de agosto de 2022.

VILELA JÚNIOR, Guanis de Barros *et al.* **Licenciatura em Educação Física: cinesiologia**. Ponta Grossa – PR: Editora UEPG, 195 p. 2011. Disponível em: http://www.cpaqv.org/cinesiologia/livro_cinesiologia_guanis.pdf acesso: 28 de março de 2022.

SABER +. **Física x academia: alavancas do corpo humano**. Disponível em: <https://www.sabermas.am.gov.br/roteiro-de-estudo/a-fisica-nas-academias-as-lavancas-do-corpo-humano-57064> acesso em: 18 de setembro de 2022.

Atividades experimentais

1- Estudando os tipos de alavanca.

Objetivo: Descobrir o tipo de alavanca estudado no experimento. Explicar as diferenças que este tipo de alavanca implica.

2- Pesinho levantando peso

Objetivo: Compreender por que uma roldana com massa menor pode levantar uma roldana com massa maior. Explicar quantas e qual(is) tipo(s) de roldana a atividade mostra.

3- A porta-torque

Objetivo: Entender as razões pelas quais a porta tem mais ou menos dificuldade de ser “aberta”. Observar e explicar estas razões.

Esta página está reservada para suas anotações. Indique o experimento e suas conclusões a respeito deles, se tiver dúvidas, pergunte a professora ou discuta com o colega, mas não copie as respostas dele.

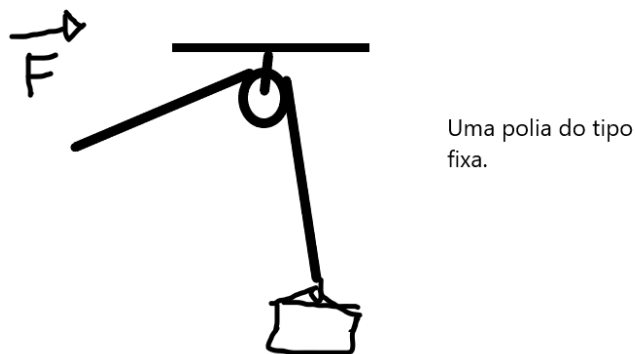
(RE)CONHECENDO AS POLIAS OU ROLDANAS

Objetivo: (Re)conhecer as polias ou roldanas, associando-as às máquinas simples do seu dia a dia, bem como discutir os tipos e suas diferenças.

As polias ou roldanas também são máquinas simples utilizadas desde a Antiguidade, existem dois tipos de polias, as fixas e as móveis, as polias móveis também podem se dividir em: moitão ou cadernal, talha exponencial. Uma polia constitui-se de um eixo ou uma roda presa ou não (no caso das polias móveis) a uma haste, pela qual passa um fio, um cabo, uma corda entre outros ao redor deste eixo e o faz erguer objetos.

Polia fixa: a polia fixa está sempre presa a uma haste ou suporte rígido (que pode ser de metal, madeira ou concreto, entre outros). Pelo fato dela estar presa a polia fixa exerce apenas o movimento de rotação, serve para mudar a direção e o sentido da força aplicada, por isso o módulo da força motriz é igual à força resistente sendo esta, a força peso $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$ em que m é a massa e g é a aceleração da gravidade. Em uma das extremidades da corda é exercida uma força F (força motriz) pode ser a força que você exerce, na outra extremidade é exercida a força resistente R . Esse sistema pode utilizar-se do próprio peso, para levantar a carga, e as forças F e R são iguais $F = R$ e vantagem mecânica é igual a 1, $Vm = 1$.

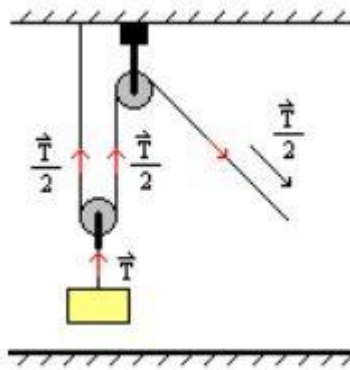
Figura 17 – Ilustração de uma polia fixa.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2022

Polia móvel: a polia móvel, como sugere seu nome, pode se movimentar (é livre) o que permite translações e rotações, ela está ligada aos fios ou cabos, esta polia é vantajosa, e causa a multiplicação da força, diferente da polia fixa que apenas muda a direção e o sentido da força, a cada polia móvel acrescentada a força é distribuída entre elas, a força F é dividida por dois a cada polia móvel adicionada.

Figura 18 – Ilustração de uma polia móvel e uma fixa



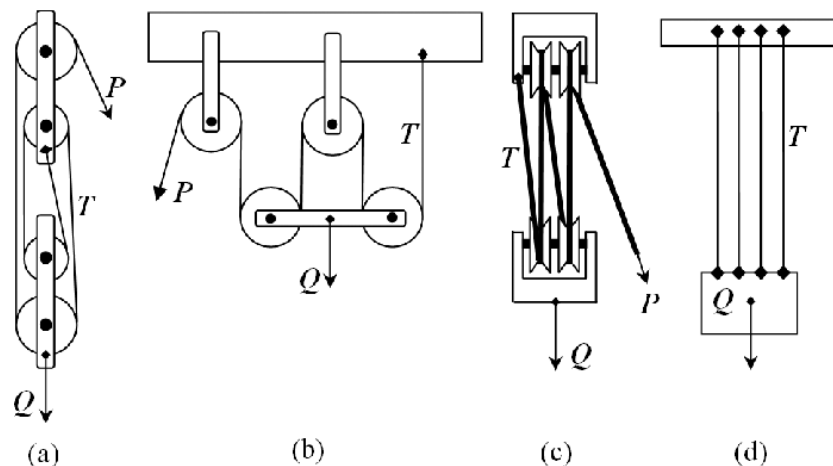
Fonte: <https://www.infoescola.com/mecanica/polias-roldanas/>

O \vec{T} indica a tração na corda que também pode ser entendida como a força exercida na corda, a força F que levantará o objeto, é igual ao peso do objeto dividido por 2 elevado ao número de polias móveis n . Observe a equação a seguir:

$$F = \frac{P}{2^n} \quad (3)$$

Talha exponencial: consiste em uma polia fixa e demais polias móveis, entendendo que cada polia acrescentada a força é dividida por dois. Seguindo a mesma equação acima.

Figura 19 – Sistema de duas polias móveis e duas fixas com cabo único. (a) Cadernal, (b) Talha simples, (c) moitão e (d) diagrama esquemático mostrando situação análoga à tensão T do cabo para as configurações em (a), (b) e (c).



Fonte: BARBIERI, 2011

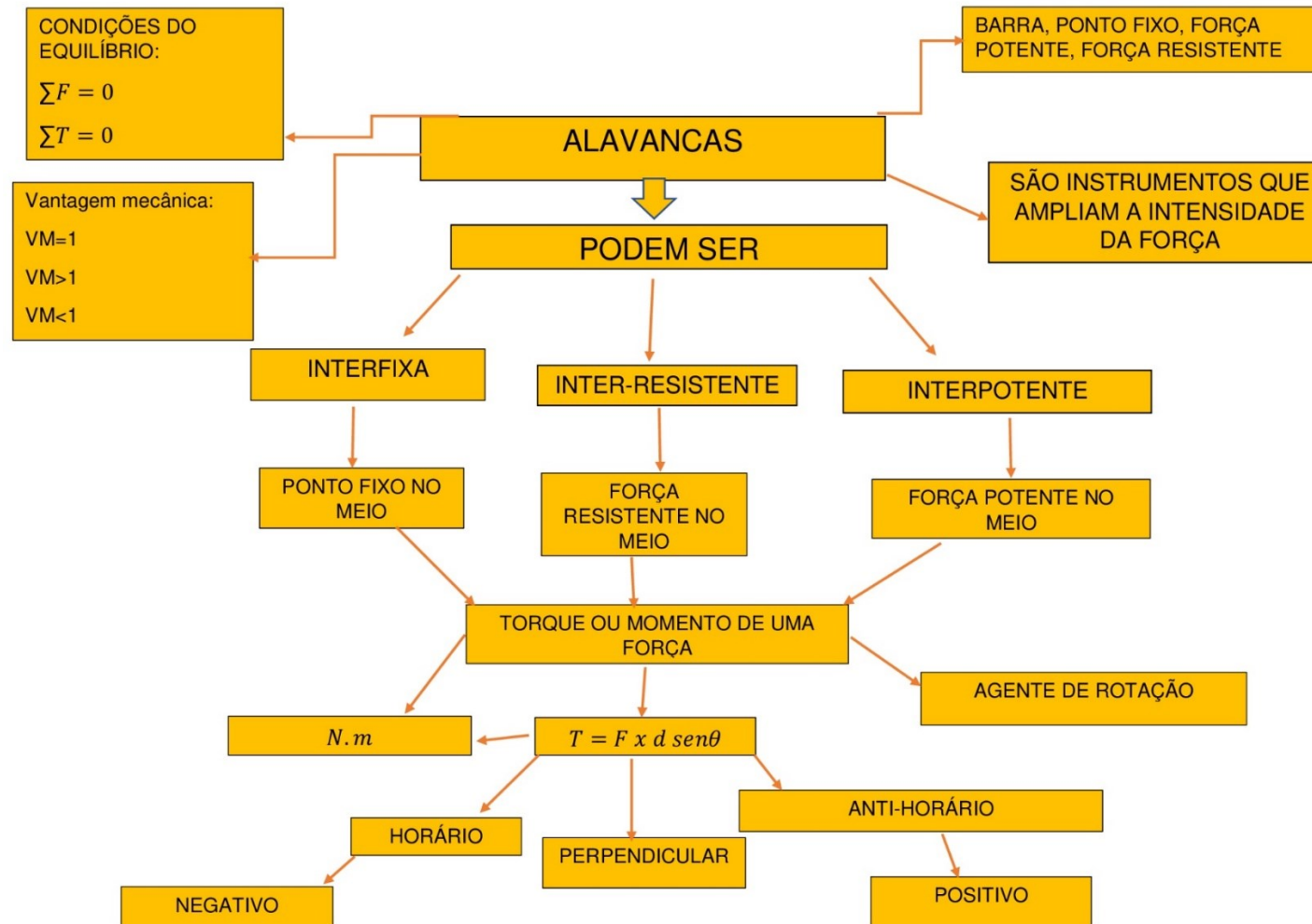
Cadernal ou moitão: consiste em várias polias fixas em um bloco, e várias polias móveis em outro, esse sistema possui a mesma vantagem, desvantagem e funcionamento de polias móveis, entretanto é mais compacto.

REFERÊNCIAS

BARBIERI, P. F. **Reavaliação e memorização dos conceitos de mecânica geral com análises geométricas e/ou gráficas: máquinas simples. Parte II.** Revista Brasileira do Ensino de Física, v. 33, n. 4, agosto – novembro, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/6mD6NMNKcNtbVtYYJ33TyKb/?format=pdf&lang=pt>, acesso em: 3 jan. 2022.

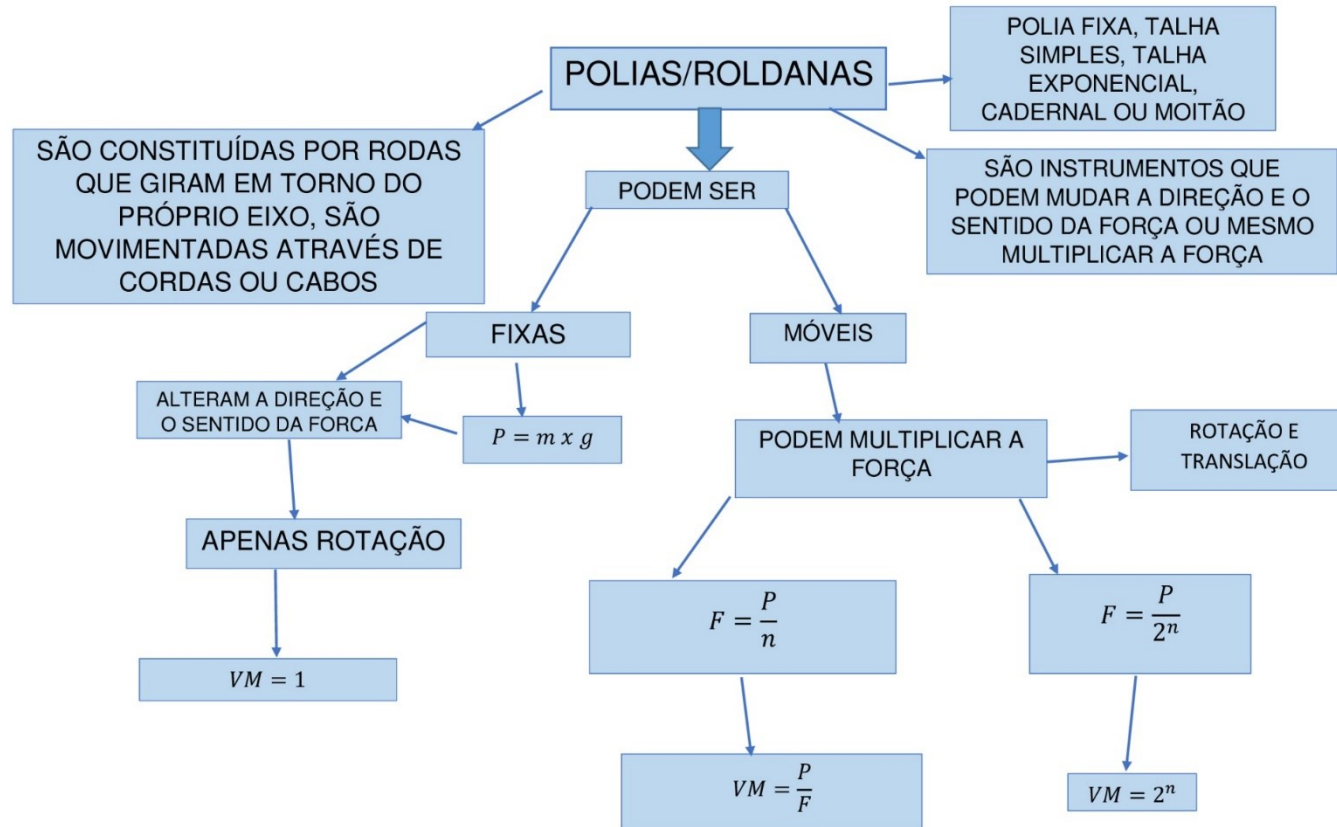
SILVA, José Gilvan Zumba de. **O ensino de Física através das vivências do cotidiano.** In: VII CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., 2012, Palmas, TO. **Artigos do VII CONNEPI.** Disponível em: <https://propi.ifto.edu.br/index.php/connepi/vii/paper/download/3538/1102>. Acesso em: 11 fev. 2022.

Figura 20 – Mapa conceitual de alavancas



Fonte: Arquivo pessoal, 2022.

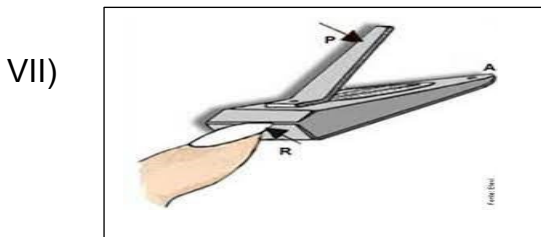
Figura 21 – Mapa conceitual de roldanas



Fonte: Arquivo Pessoal, 2022.

QUESTIONÁRIO – AVALIAÇÃO

01) Observando as imagens abaixo, classifique, **RESPECTIVAMENTE**, estas máquinas de acordo com o tipo de alavanca que elas são:



Fonte, respectivamente:

I: Fonte: scissors-1297454_640.png (640×335) (pixabay.com)

II: Fonte: <https://www.preparaenem.com/fisica/alavancas.htm>

III: Fonte: Ferramenta_1_Martelo.jpg (500×255) (jpralves.net)

IV: Fonte: <https://www.todoestudo.com.br/fisica/alavanca>

V: Fonte: https://www.canaleducacao.tv/images/slides/40999_8d064f0a929184992e429d103aabb0f1.pdf

VI: Fonte: 48103576037_7ab0fa033d_b.jpg (683×1024) (staticflickr.com)

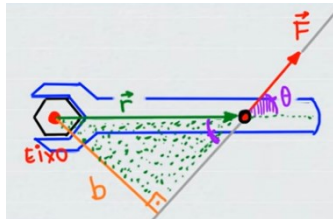
VII: Fonte: <http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1641&evento4>

- a) I) Interfixa, II) interpotente, III) interfixa, IV) interfixa, V) interfixa, VI) interfixa, VII) interpotente.
- b) I) Interpotente, II) inter-resistente, III) interpotente, IV) interpotente, V) inter-resistente, VI) interfixa, VII) inter-resistente.
- c) I) Inter-resistente, II) interfixa, III) interfixa, IV) interpotente, V) interfixa, VI) inter-resistente, VII) inter-resistente.
- d) I) Interfixa, II) interpotente, III) interpotente, IV) interfixa, V) interfixa, VI) inter-resistente, VII) interpotente.

02) Entendendo que quanto mais força exercida e quanto menor for o braço de alavanca há desvantagem mecânica, qual destas máquinas a força potente é maior que a força resistente?

- a) Alicate;
- b) Porta;
- c) Pinça;
- d) Martelo;

03) Observe a imagem abaixo, sendo, que, \vec{r} é a posição, \vec{F} é a força e b o braço de alavanca, interpreta-se a distância $d = r \sin \theta$, perpendicular ao eixo de rotação até a linha de ação da força, qual é o maior seno possível?



Fonte: GOMES, DOUGLAS, 2019. <https://youtu.be/xyySlealQk0>

- a) $\cos 90^\circ$
- b) $\sin 90^\circ$
- c) $\sin 30^\circ$
- d) $\sin 180^\circ$

04) O que é uma alavanca?

05) Sobre as partes da alavanca, a alternativa que melhor as conceitua é:

- a) O ponto fixo ou fulcro exerce a resistência, a força resistente F_r é a favor do operador, a força potente F_p é a força contra a ação do operador.
- b) O ponto fixo ou fulcro também pode ser chamado de ponto de apoio P.A. promove a rotação da alavanca, força resistente ou F_r é contrária ao movimento de rotação e a força potente F_p corresponde à força aplicada.
- c) A força resistente F_r promove a rotação da alavanca se encontrando sempre no meio, a força potente F_p é força motora, e o ponto fixo ou fulcro exerce a resistência contra o movimento.

- d) O ponto fixo não tem função nenhuma na alavanca, apenas a força resistente F_r contrária ao movimento e a força potente F_p que é a força aplicada.

06) Sobre os tipos de alavanca, a alternativa que as conceitua corretamente é:

- a) A alavanca do tipo interfixa possui o ponto fixo em sua extremidade, a alavanca do tipo inter-resistente possui a força resistente no meio, e a alavanca do tipo interpotente possui a força potente no meio.
- b) A alavanca do tipo interfixa possui o ponto de apoio no meio, a alavanca do tipo inter-resistente possui a força potente no meio, e a alavanca do tipo interpotente possui a força resistente no meio.
- c) Todas as alavancas: inter-resistente, interpotente e interfixa possuem o ponto de apoio no meio.
- d) As alavancas interfixas ou de primeira classe, possuem o ponto de apoio no meio, inter-resistentes ou de segunda classe possuem a força resistente no meio e as interpotentes ou de terceira classe possuem a força potente no meio.

07) Dois garotos estão em uma gangorra, um, Pedro, possui massa de 30Kg e outro, Rafael, possui massa de 25Kg. Pedro está a uma distância de 50 cm do ponto de apoio da gangorra e Rafael está a uma distância de 60 cm. A gangorra se encontra em equilíbrio. Por que esta situação é possível?

- a) A gravidade no local onde Pedro está é diferente da gravidade no local em que Rafael está.
- b) A massa de Rafael é menor que a de Pedro, por isso a gangorra está em equilíbrio, evidenciando as duas condições do equilíbrio.
- c) Apesar de Rafael ter uma massa menor que a de Pedro o tamanho do seu braço de alavanca é maior, proporcionando o equilíbrio da gangorra.
- d) O torque efetuado pelo braço de alavanca de Pedro é maior, o que confere estabilidade na gangorra.

08) O timão é um aparato de embarcações usado para direcionar a embarcação e que usa o leme para modificar o rumo do barco, estando preso em um local, possui movimentos de rotação. Sobre as condições de equilíbrio envolvendo o timão ou roda do leme durante a navegação, é verdade que:

- a) As duas condições de equilíbrio são satisfeitas visto que o timão possui apenas movimentos de translação.
- b) Durante a navegação apenas uma das condições de equilíbrio é satisfeita, sendo que a soma das forças resultantes inflige em um módulo, causando a translação.
- c) Como a segunda condição de equilíbrio trata da soma de todos os torques resultantes ser igual zero, percebe-se que o timão não está em equilíbrio, pois efetua o movimento de rotação.
- d) A soma das forças externas resultantes e dos torques resultantes externos conferem ao timão o equilíbrio estático.

09)(Udesc) – Disponível em: <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-torque.htm> . Ao se fechar uma porta, aplica-se uma força na maçaneta para ela rotacionar em torno de um eixo fixo onde estão as dobradiças. Com relação ao movimento dessa porta, analise as proposições.

- I. Quanto maior a distância perpendicular entre a maçaneta e as dobradiças, menos efetivo é o torque da força.
- II. A unidade do torque da força no SI é o N.m, podendo também ser medida em Joule (J).
- III. O torque da força depende da distância perpendicular entre a maçaneta e as dobradiças.
- IV. Qualquer que seja a direção da força, o seu torque será não nulo, conseqüentemente, a porta rotacionará sempre.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente a afirmativa II é verdadeira.
- b) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
- c) Somente a afirmativa IV é verdadeira.
- d) Somente a afirmativa III é verdadeira.
- e) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.

10) A chave de rodas é um instrumento usado para desparafusar o pneu de um veículo, no entanto, além de utilizar a chave de rodas é necessário realizar um grande esforço para tal, algumas pessoas chegam a pular sobre a chave para exercer mais força, e outros mecânicos, mais experientes, utilizam um cano de aço como complemento ao tamanho da chave (adaptação de:

<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/vantagem-mecanica.htm>), sobre isso é correto afirmar que:

- I) Ao pular sobre a chave de rodas é efetuada uma força muito superior à que seria se fossem utilizadas apenas as mãos, além de que simultaneamente é aumentada a distância do parafuso à força potente.
- II) O parafuso também exerce uma força, que pode ser chamada de F_r ou força resistente, a qual pode ser superior à força potente.
- III) A massa do pneu produz um torque contrário à ação da força potente.
- IV) Ao colocar um cano para aumentar o tamanho da chave de rodas, também se aumenta o braço de alavanca ou de momento, o que promove um torque maior causado pela força potente.
- V) Se a razão entre a força resistente e a força potente for 2, então houve vantagem mecânica.

Estão corretas:

- a) I, II, IV e V;
- b) Somente III e IV;
- c) Todas estão corretas;
- d) II, IV e III;

11) Uma alavanca é do tipo inter-resistente quando a _____ está no meio. Quando o braço de alavanca da força potente é menor do que o da força resistente ela exerce uma _____ força para vencer uma _____ força. A vantagem mecânica depende diretamente do tamanho do _____, podendo ocorrer uma vantagem, _____ ou ainda equilíbrio entre as forças. Preencha as lacunas na ordem correta.

- a) Força potente, pequena, grande, braço de alavanca, desvantagem.
- b) Força resistente, grande, pequena, braço de alavanca, equilíbrio.
- c) Fulcro, pequena, grande, braço de alavanca, desvantagem.
- d) Força resistente, grande, pequena, braço de alavanca, desvantagem.

12) Quando o torque é anti-horário ele possui sinal _____ e quando é horário ele possui sinal _____, o torque está relacionado ao movimento _____ de um corpo, como também necessita ser _____ ao eixo de rotação, o torque está estritamente relacionado ao

tamanho do _____ e do local de aplicação da força. Preencha as lacunas na ordem correta.

- a) Positivo, negativo, rotacional, perpendicular, braço de alavanca.
- b) Negativo, positivo, translacional, paralelo, massa.
- c) Positivo, negativo, translacional, perpendicular, braço de alavanca.
- d) Negativo, positivo, rotacional, paralelo, braço de alavanca.

13) Diferencie ponto material de corpo extenso.

Seção polias ou roldanas

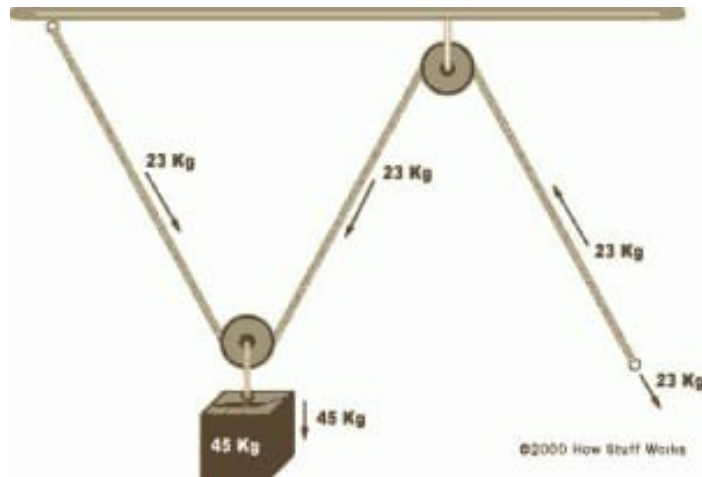
14) Você já deve ter reparado que os aparelhos de musculação têm, em sua estrutura, uns objetos redondos encaixados no meio do cabo de aço que liga o peso à barra que você segura para executar o exercício. Essas peças são chamadas de *pulley*. O termo em inglês é bem mais comum quando se prescrevem os exercícios e a sua tradução é polia ou roldana. Sua função básica é mudar a direção da força que é aplicada. Mas pode funcionar, também, para aumentar ou diminuir a resistência da carga levantada.

Texto extraído de: <https://lafitness.com.br/a-acao-das-polias-nos-aparelhos-de-de-musculacao/>

No enunciado “Sua função básica é mudar a direção da força que é aplicada.” Entendemos que:

- a) Algumas polias apenas mudam a direção e o sentido da força, ou seja, ocorre a diminuição no peso da carga.
- b) O enunciado se refere às polias ou roldanas móveis, que são capazes de multiplicar a força.
- c) As polias fixas apenas mudam a direção e o sentido da força, não ocorrendo diminuição do esforço, como ocorre com as polias móveis.
- d) Se a força resistente, no caso a carga, possui direção vertical para baixo, a polia não fará diferença.

15) Sobre a imagem abaixo é possível concluir que:



Fonte: <https://lafitness.com.br/a-acao-das-polias-nos-aparelhos-de-de-musculacao/>

- a) O sistema é constituído por duas polias móveis e uma fixa, nas polias móveis ocorre apenas a mudança de direção da força.
- b) Existe uma polia móvel e uma fixa, sendo que a polia móvel divide a massa da carga, ou seja, ocorre a redução da força que seria aplicada ocorrendo, portanto, a multiplicação da força, causada pela polia móvel.
- c) Como ocorreu a multiplicação da força, não aconteceu a redução do esforço da força aplicada, portanto não houve vantagem mecânica.
- d) Existem duas polias fixas que perfazem os movimentos de translação ao redor da corda.
- 16) Uma menina de dez anos tenta levantar seu pai em uma cadeira, para isso a cadeira está presa a um cabo que passa por uma polia fixa e três polias móveis, sabendo que as três polias móveis promovem a multiplicação da força, a força exercida pela menina corresponde a:
- $P/2$
 - $P/4$
 - $P/8$
 - $P/3$
- 17) Ainda sobre a questão anterior, supõe-se que o pai da menina tenha uma massa correspondente a 70 Kg, porém, com a multiplicação da força ocasionado pelas polias móveis, a menina exerceu uma força de aproximadamente 87,5 N. Portanto, a massa que a garota levantou, desprezando a massa da cadeira, considere $g = 10 \text{ m/s}^2$, equivale a:
- 8,75 Kg

- b) 9,5 Kg
- c) 20,5 Kg
- d) 12,7 Kg

18) Em muitos lugares onde não existe o abastecimento de água encanada, as pessoas usam poços que possuem roldanas fixas para levantar o balde com água, uma roldana fixa levanta um balde com água que corresponde a 200 N. A força que a pessoa exerce também corresponde a:

- a) 300 N
- b) 200 N
- c) 10 N
- d) 5 N

19) Assinale apenas a alternativa que trata erroneamente as atribuições às polias ou roldanas:

- a) Se um sistema possui duas polias móveis então a força exercida será quatro vezes menor.
- b) A polia fixa em uma talha exponencial não fará diferença na força exercida, apenas as roldanas móveis.
- c) Se em um sistema existe uma polia fixa que ergue um objeto para cima, a força também terá sentido para cima, apesar do objeto exercer força para baixo.
- d) Todas as alternativas acima estão erradas.

20) Quais os tipos de polias e em que elas se diferenciam?

21) Disponível em: [7º-ANO-CIÊNCIAS.pdf \(salto.sp.gov.br\)](#) adaptada. Uma talha construída para elevar um corpo de 1000 N tem 2 roldanas soltas colocadas em sua configuração. Determine a força necessária aplicada nesse sistema para que o corpo de 1000 N permaneça em equilíbrio.

- a) 500 N
- b) 250 N
- c) 2000 N
- d) 4000 N

22) Uma polia é fixa quando _____ e por isso não exerce movimentos de _____, já as polias móveis são _____ ou soltas, podendo exercer movimentos de rotação e _____. As polias fixas apenas mudam a _____ e o _____ da força, já as polias móveis promovem a _____ da força o que _____ o esforço físico. Preencha as lacunas corretamente.

- a) Está solta, rotação, livres, translação, direção, sentido, diminuição, aumenta.
- b) Está presa, translação, presas, rotação, módulo, sentido, multiplicação, aumenta.
- c) Está presa, translação, livres, translação, direção, sentido, multiplicação, diminui.
- d) Está solta, rotação, livres, translação, módulo, sentido multiplicação, diminui.

ANEXO A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA (TEXTOS DE APOIO)

ALAVANCA

Agitadores astutos

- Aparelho que altera a quantidade de força empregada.
- Formada por uma barra rígida e um pivô.
- Tem três classes diferentes: interfixa, interpotente e inter-resistente.

Sou reta como uma vara e atuo diretamente no esforço que você faz: posso ampliar a força que você empregar. Dando-lhe um superpoder, ou posso reduzi-la evitando que você esmague coisas minúsculas, por exemplo. Toda a minha força vem de uma barra e de um pivô, o ponto de apoio da barra chamada fulcro. Tenho três classes e, com elas posso mover a Terra! Na classe 1 que inclui o pé de cabra, o fulcro está entre a força que você aplica e o que você quer deslocar. Dessa forma, o menor esforço pode remover a tampa de uma lata ou abrir uma porta pesada rapidinho. O carrinho de mão é uma alavanca classe 2. O fulcro fica em uma das extremidades, a força na outra, e o peso no meio. Assim, a atividade de carregar coisas pesadas fica mole, mole. Já o taco de beisebol é uma alavanca classe 3. Com o fulcro em uma extremidade e o peso em outra, o taco amplia seu esforço e faz a bola ir longe!

- A tesoura é um par de alavancas classe 1 em torno do mesmo fulcro.
- O quebra-nozes é um par de alavancas classe 2, unido no mesmo fulcro.
- A peça é um par de alavancas classe 3, unido pelo fulcro.

ROLDANA

Agitadores astutos

- Um conjunto de “corda sobre disco sulcado” espertíssimo.
- Torna fácil o trabalho de erguer para deslocar cargas pesadas.
- Duas ou mais roldanas juntas são a talha exponencial.

Meu sistema inteligente, que passa uma corda ao redor de um disco sulcado, muda a direção do esforço. Puxe minha corda para baixo e mova um balde d'água de dentro do poço. Participo também do hasteamento de bandeiras ou do fechamento de

cortinas. Com o cabo reforçado e correndo sobre diversas roldanas, um guindaste pode levantar pesos colossais. Vai dizer que eu não mando bem?!

- Roldana fixa: apenas muda a direção da força.
- Roldana móvel: livre para se locomover, tem vantagem mecânica.
- Guindaste mais forte: Taisun, capacidade para 20 mil toneladas.

Textos retirados de:

GREEN, Dan. **Tecnologia: o mundo na palma da mão!** Ilustração de Simon Basher, tradução de Márcia Macêdo. Barueri, São Paulo: Girassol, 2012 – Coleção Ciência Fácil.