



**AS ALAVANCAS DO CORPO HUMANO JOGANDO COM A  
INTERDISCIPLINARIDADE**

Fábio Luiz Andrade

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: **Dr. Celso Xavier Cardoso**

**Presidente Prudente**

**DEZEMBRO/2015**

**BANCA EXAMINADORA**

*Cardoso*

---

**PROF. DR. CELSO XAVIER CARDOSO**  
(ORIENTADOR)

*Claudio Luiz Carvalho*

---

**PROF. DR. CLAUDIO LUIZ CARVALHO**  
(UNESP/ILHA SOLTEIRA)

*Neri Alves*

---

**PROF. DR. NERI ALVES**  
(FCT/UNESP)

*Fernanda Cátia Bozelli*

---

**PROF. DR. FERNANDA CÁTIA BOZELLI**  
(UNESP/ILHA SOLTEIRA)

*Fábio Luiz Andrade*

---

**FABIO LUIZ ANDRADE**

PRESIDENTE PRUDENTE, 18 DE DEZEMBRO DE 2015.

RESULTADO: APROVADO

Andrade, Fábio Luiz.  
A567a As alavancas do corpo humano jogando com a  
interdisciplinaridade / Fábio Luiz Andrade. - Presidente Prudente:  
[s.n.], 2015  
92p. f.

Orientador: Celso Xavier Cardoso  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Inclui bibliografia

1. Alavancas. 2. Corpo humano. 3. Interdisciplinaridade. I.  
Cardoso, Celso Xavier. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade  
de Ciências e Tecnologia. III. Título.

## Dedicatória

“A minha esposa, filho e filha,  
meus pais que sempre me  
apoiam desde meu nascimento.”

## **Agradecimentos**

São inúmeras as pessoas que tenho que agradecer, mas dentre algumas delas gostaria de destacar.

Meus sinceros agradecimentos:

Ao Prof. Dr. Celso Xavier Cardoso.

Aos meus pais, Carlos Andrade e Maria Andrade, pelo constante apoio e dedicação, sendo sempre minha base de apoio.

Aos professores do Programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física do Polo 16 da Faculdade de Ciências e Tecnologia – UNESP campus de Presidente Prudente – pelos saberes compartilhado.

## RESUMO

Essa dissertação evidenciou conceitos da Física – Alavancas, que se inter-relacionam com os da Biologia, os quais explicam o funcionamento de algumas funções do corpo humano. Estes foram abordados de forma interdisciplinar, por meio de aulas teóricas e práticas, com atividades de experimentação, para que dessa forma os alunos possam assimilar melhor os conceitos complexos que as alavancas proporcionam e saibam identificá-los no dia a dia. Para tanto é fundamental que o aluno compreenda os princípios da Física no estudo do movimento humano; estabelecendo relações entre sistemas esquelético muscular a as alavancas, ao construir alavancas que apresentem movimentos similares aos principais grupos ósteo – musculares de um braço do corpo humano

**Palavras-chave:** Ensino de Física; Alavancas; Interdisciplinaridade; Alavancas do Corpo Humano; Atividades Experimentais.

## **ABSTRACT**

In this work we tried to address concepts of physics - levers, which are interrelated with those of Biology, which explain the operation of some functions of the human body. These will be addressed in an interdisciplinary way, through theoretical and practical lessons, with experimentation activities, so that way students can better grasp these concepts and know how to identify them on a daily basis. For this it is essential that the student understands the principles of physics in the study of human movement; establishing relationships between muscular skeletal systems the levers, to build levers that exhibit similar movements to the main osteo groups - muscle of a human body arm

**Keywords: Physics Teaching; levers; interdisciplinarity; Levers of the Human Body; Experimental activities.**

# Sumário

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b> .....   | <b>10</b> |
| 1.1      | Justificativa .....   | 11        |
| <b>2</b> | <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....                                      | <b>13</b> |
| <b>3</b> | <b>OBJETIVO</b> .....   | <b>20</b> |
| 3.1      | Geral .....   | 20        |
| 3.2      | Específico .....  | 20        |
| <b>4</b> | <b>METODOLOGIA</b> .....  | <b>21</b> |
| <b>5</b> | <b>RESULTADOS</b> .....   | <b>30</b> |
| <b>6</b> | <b>CONCLUSÃO</b> .....  | <b>54</b> |
| <b>7</b> | <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | <b>58</b> |
|          | <b>ANEXOS</b> .....   | <b>60</b> |
|          | <b>ANEXO 1 - CARACTERÍSTICAS DAS ALAVANCAS</b> .....                    | <b>61</b> |
|          | <b>ANEXO 2 - APONTAMENTOS ACERCA DE OSSOS E MÚSCULOS</b> .....          | <b>67</b> |
|          | <b>ANEXO 3 – ALAVANCAS DO CORPO HUMANO</b> .....                        | <b>75</b> |
|          | <b>ANEXO 4 - A INTERDISCIPLINARIDADE: UMA ABORDAGEM HISTÓRICA</b> ..... | <b>80</b> |



## 1. INTRODUÇÃO

Desde seu nascimento como ciência, a Física está presente em cada momento da vida do ser humano e tem tido como propósito descrever, interpretar e prever fenômenos. Os órgãos do corpo humano estão repletos de fenômenos físicos em seu funcionamento, mas como explicar que a Física está presente nestes fenômenos? E quais as suas contribuições?

O estudo da Física é fundamental, ajuda o aluno a pesquisar a natureza frente às diversas situações. Assim a aprendizagem torna-se mais prazerosa e estimula o gosto pela Ciência.

A Física é dividida em partes e seus conceitos estudados são gradativos, mas ela se comunica com outras disciplinas como, por exemplo, a Biologia, razão esta, deste projeto, abordar de forma contextualizada e interdisciplinar, o conteúdo alavancas do corpo humano, para que dessa forma os alunos possam assimilar esses conceitos e saibam identificá-los no dia a dia.

Concomitante, será desenvolvidas com os alunos, atividades experimentais que expliquem o mecanismo sobre Alavancas do corpo humano, pois, por meio desta didática, possibilitaremos aos alunos levantarem hipóteses, na tentativa de explicar questões acerca do conteúdo proposto.

Sabendo-se também que teoria e prática são indissociáveis, no primeiro momento será proposta, numa perspectiva interdisciplinar, uma pesquisa sobre a temática, em que a mediação do docente será de fundamental importância, tendo em vista que, o instrumento a ser utilizado como princípio pedagógico, será elemento facilitador das aprendizagens esperadas e apropriação de conceitos, ou seja, a interdisciplinaridade.

Portanto, relacionando teoria e prática, será desenvolvida a atividade experimental, e a construção de um braço mecânico, com base na experimentação.

## 1.1. JUSTIFICATIVA

A Física e a Biologia são disciplinas em que a experimentação é um apoio à teoria que facilita a compreensão e desperta o interesse por parte dos alunos.

Neste contexto, o presente trabalho busca a relação da teoria com a prática, para que desta forma os alunos possam ter um melhor aproveitamento dos conteúdos abordados.

Com os conteúdos referentes a alavancas previamente revistos, os alunos podem associar estes aos modelos construídos a partir dos conceitos discutidos por eles mesmos, sabendo identificar os fenômenos físicos envolvidos no que se refere à alavanca do braço, associando com a interdisciplinaridade.

O desenvolvimento de aulas práticas pode auxiliar no aprendizado dos alunos, já que, os aproximam da realidade e dos fatos que acontecem no dia a dia levando-os a perceberem que aprender e entender a Física e seus fenômenos são muito mais prazerosos e simples do que se espera.

Tendo em vista o objetivo central do Plano Curricular Nacional (1999), o qual é garantir a todas as crianças e jovens brasileiros, mesmo em locais com condições socioeconômicas desfavoráveis, o direito de usufruir do conjunto de conhecimentos reconhecidos como necessários para o exercício da cidadania, e a partir do ensino com base na interdisciplinaridade isso se torna mais possível.

Portanto, com os objetivos dos PCNs (1999) sendo orientados e as aulas práticas ocorrendo em conjunto com as aulas teóricas, espera-se que a aprendizagem dos alunos possa ocorrer de forma significativa.

Além disso, a utilização da interdisciplinaridade como forma de desenvolvimento, um trabalho de interrelação dos conteúdos de uma disciplina com outras áreas de conhecimento é uma das propostas apresentadas pelos PCNs (1999) que contribui para o aprendizado do aluno e que será neste trabalho, intensamente aplicada, pois ao relacionar as alavancas da física com as do corpo humano, o ensino se torna, mais prazeroso.

Desta forma, busca-se a interação entre disciplinas aparentemente distintas, considerando que esta interação é uma maneira complementar que possibilita a formulação de um saber crítico reflexivo, que deve ser valorizado no processo de ensino e aprendizagem. É através dessa perspectiva que surge uma forma de superar a fragmentação entre as disciplinas. Proporcionando um diálogo entre as mesmas, para a compreensão da realidade. Portanto, espera-se que no decorrer do desenvolvimento deste trabalho, tendo como foco a interdisciplinaridade, passa-se

construir um conhecimento em sua totalidade, rompendo com os limites das disciplinas.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Física desde seu surgimento como Ciências sempre procurou estudar, descrever, interpretar e fazer previsão dos fenômenos naturais. O seu desenvolvimento ao longo dos anos levou a humanidade a grandes revoluções.

Neste percurso de séculos, o desenvolvimento desta ciência levou-a a ser o pilar das grandes revoluções tecnológicas da humanidade.

### Segundo Cassaro (2012)

O ensino de ciências praticado no Brasil, relacionando teoria e prática na grande maioria das escolas de nível médio e fundamental e, em grande extensão, também nas universidades, tem se /mostrado pouco eficaz. Com isso, percebe-se que pode estar contribuindo para o estudante se afastar da disciplina de Física é por considerá-la desinteressante e difícil de ser entendido, o que é diretamente relacionado com a maneira de ensinar (CASSARO, 2012, p.17).

Dentre tantos aspectos, a discussão sobre o “gostar de Física” e a “necessidade de estudá-la”, é de extrema importância, tendo em vista que a Física faz parte do nosso dia a dia e mesmo sem gostar, estamos inseridos numa sociedade que exige cada vez mais conhecimentos.

Se as causas apontadas para justificar o fato de muitas pessoas não gostarem de Física têm bases culturais e filosóficas, as questões se concretizam no âmbito do processo ensino e aprendizagem e assim entendemos que a maneira de ensinar a Física pode minimizar as arestas existentes entre as partes, ou seja, vai depender de qual metodologia está sendo aplicada.

Nesse sentido, o ensino de Física na educação básica tem passado por transformações, visto que “É necessário mostrar na escola as possibilidades oferecidas pela Física e pela ciência em geral como formas de construção de realidades sobre o mundo que nos cerca” (PIETROCOLA, 2001, p.31).

O estudo da Física é fundamental, pois situam os alunos frente às situações concretas e reais, situações estas que os princípios físicos podem auxiliar, ajudando o aluno a compreender a natureza, além de nutrir o gosto pela ciência.

Os resultados de diversos estudos de Amaral (1997) em ensino de física são unânimes em considerar a importância das atividades experimentais para uma melhor compreensão acerca dos fenômenos físicos. As pesquisas como base no que Amaral (1997) sugerem que as atividades experimentais podem suscitar a compreensão de conceitos ou a percepção da relação de um conceito com alguma ideia anteriormente discutida, como exemplo o estudo das alavancas do corpo humano.

Amaral (1997) aponta que uma forma de conceber esta atividade é a de ela funcionar como estratégia de obtenção de conhecimento formal, em que a realidade é problematizada de tal forma que o estudante percebe a relação entre a manifestação natural e a artificial do fenômeno estudado. Para ele a experimentação

Se apropria artificialmente de fenômenos do ambiente, lidando com eles, trabalhando-os segundo determinados objetivos cognitivos. E estes objetivos certamente de alguma forma estão balizados no conhecimento formalmente constituído (AMARAL, 1997, p. 10).

O uso da experimentação pode despertar facilmente o interesse dos estudantes, ela relaciona-se à ilustração e análise de fenômenos básicos presentes em situações típicas do cotidiano. Estas situações são consideradas como fundamentais para a formação das concepções espontâneas dos estudantes, uma vez que estas concepções se originariam a partir da interação do indivíduo com a realidade.

A articulação da presente dissertação será feita por meio da contextualização dos conteúdos, baseados nos princípios pedagógicos estabelecidos pelas novas diretrizes nacionais, PCN para a educação. As disciplinas, além de integrar seu foco de estudo, devem relacioná-lo ao cotidiano do aluno para que ele possa compreender os processos históricos, sociais, científicos e tecnológicos nos quais está inserido, promovendo assim a melhoria na relação de ensino e aprendizagem.

A contextualização no ensino pressupõe que temas práticos e éticos do mundo contemporâneo sejam reconhecidos e discutidos pelas ciências naturais e sociais.

Existem entre as diferentes disciplinas elementos de identidade como, por exemplo, conceitos, noções e temáticas comuns, procedimentos semelhantes, como a experimentação praticada nas ciências da natureza, e aspectos metodológicos comuns, como os exercícios de criação nas linguagens e nas artes. Mas, na prática, alguns obstáculos precisam ser transpostos. Para entender a interdisciplinaridade vale

dizer que é a integração, seja entre as disciplinas, seja entre as áreas de conhecimento, exige que se encontrem pontos de contato reais, que se estabeleçam pontes, nem sempre interligadas da mesma forma. É preciso desfazer falsas semelhanças, traduzir linguagens diferentes usadas para o mesmo objeto ou distinguir linguagens iguais usadas para identificar conceitos diferentes (Brasil, 2002).

Em vários campos da ciência, principalmente na Física, na Biologia, ou seja, as semelhanças que possuem as disciplinas e como se complementam.

(...) surgem progressos para assentar as bases de um novo paradigma menos rígido e mais respeitoso da complexidade que vem sendo detectada na matéria, nos seres vivos e na sociedade em geral. Portanto, além de pesquisas centradas no estudo das propriedades das partes, é preciso realizar trabalhos centrados na análise e compreensão das relações entre elas; da interdependência entre as partes surgem, normalmente, novas propriedades que essas partes, consideradas isoladamente, antes não possuíam (SANTOMÉ, 1998, p.66).

Contudo, a perspectiva de que a abordagem interdisciplinar representa uma alternativa ao ensino disciplinar não deve ser interpretada como uma dicotomia. Neste sentido, Lenoir (2005) após analisar as considerações de diversos autores sobre a relação entre disciplinaridade e interdisciplinaridade, conclui: "A perspectiva interdisciplinar não é, portanto, contrária à perspectiva disciplinar, ao contrário, não pode existir sem ela e, mais ainda, alimenta-se dela." (2005, p. 46). A abordagem interdisciplinar na educação, portanto, não vem apregoar o fim das disciplinas, mas "[...] estabelecer, ou recuperar, as ligações e solidariedades entre os objetos das diferentes disciplinas, buscando assim não negligenciar as ligações e solidariedades destes objetos com o universo do qual ele faz parte e deve ser objeto de estudo nas nossas escolas." (PIERSON et al., 2008, p. 116)

A contextualização, baseada na experimentação, será parte integrante deste projeto, assim como a interdisciplinaridade, pois tais recursos didáticos, como a construção da alavanca, contribuirão para minimizar a fragmentação dos conteúdos e conceitos a serem abordados, pois a fragmentação isola o conhecimento e a interdisciplinaridade propõe a religação dos saberes.

Com isso o professor como mediador do processo de ensino e aprendizagem assumirá uma postura questionadora de quem lança dúvidas para o aluno e permite que ele explicita suas ideias, as quais, por sua vez, serão problematizadas, acerca de

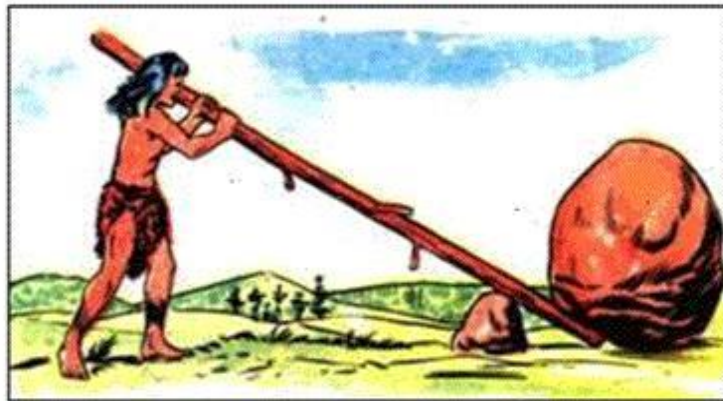
conceitos já estudados, como por exemplo, Vetor, Força, momento de uma Força (torque), Equilíbrio de ponto material, Equilíbrio de um corpo extenso, para melhor compreensão e abordagem da temática.

Vale mencionar alguns elementos essenciais para a compreensão do sistema/mecanismo de Alavancas.

Segundo Furlan (2010) a alavanca é:

Imagine agora, uma menina de 12 anos brincando de carregar sua irmã, de 15 anos, numa carriola. Agora pense, será que ela aguentaria erguê-la apenas segurando-a pelos braços, sem ajuda da carriola? Pois é, acho pouco provável também. A carriola, portanto, é uma máquina que auxilia o deslocamento de um corpo ou de vários corpos porque funciona como um tipo de máquina simples, a alavanca. (FURLAN 2010, p.12)

Em diversas situações cotidianas vê-se o uso das alavancas como forma de auxílio no desenvolvimento de trabalhos, é a utilização de alavancas pelos borracheiros. Eles utilizam alavancas para desenroscar os parafusos das rodas de caminhões, para mover objetos grandes, como mostra a Figura 1, entre outras coisas.



**Figura 1: Alavanca utilizada para mover objetos pesados**

Fonte: <http://www.mundoeducacao.com/fisica/alavancas.htm>

Vale mencionar, para conhecer, a importância dos três elementos básicos de uma alavanca são:

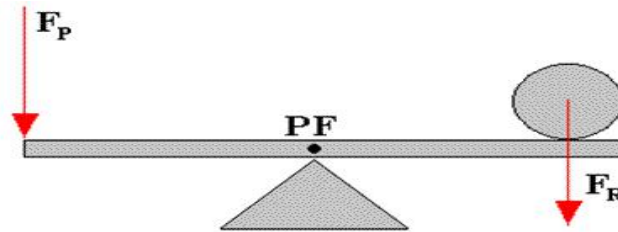
**PF** – ponto fixo, em torno do qual a alavanca pode girar;

**FP** – força potente, exercida com o objetivo de levantar, sustentar, equilibrar, etc.

**FR** – força resistente, exercida pelo objeto que se quer levantar, sustentar, equilibrar, etc.

Seus nomes são: **interfixa**, **interpotente** e **inter-resistente**.

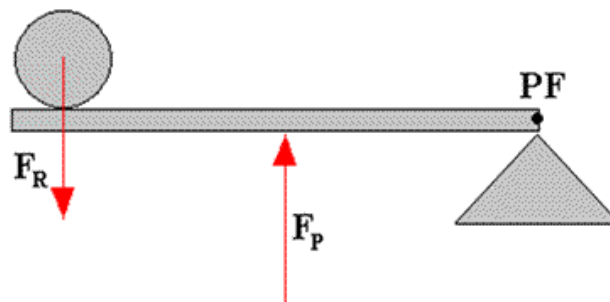
Diz-se que uma alavanca é do tipo **interfixa** quando o ponto fixo ocupa um lugar qualquer entre a força potente e a força resistente, como mostra a Figura 2.



**Figura 2: Alavanca Interfixa**

Fonte: <http://www.mundoeducacao.com/fisica/alavancas.htm>

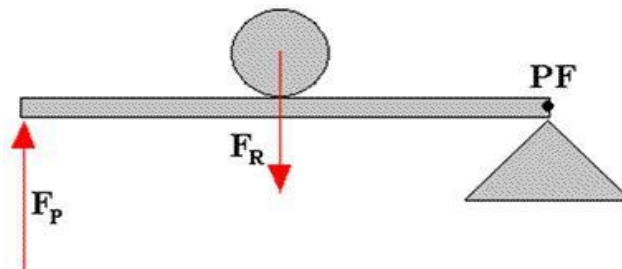
Uma alavanca é considerada como sendo do tipo interpotente quando a força potente está localizada em algum lugar entre a força resistente e o ponto fixo, Figura 3.



**Figura 3: Alavanca Interpotente**

Fonte: <http://www.mundoeducacao.com/fisica/alavancas.htm>

Uma alavanca é considerada como sendo inter-resistente quando a força resistente se encontra em algum lugar entre a força potente e o ponto fixo, Figura 4.



**Figura 4. Alavanca inter-resistente**

Fonte: <http://www.mundoeducacao.com/fisica/alavancas.htm>



Destaca-se que para compreensão do projeto proposto torna-se necessário entender e apresentar os conceitos que estão interligados entre a Física e a Biologia, no conteúdo de Alavancas do Corpo Humano.

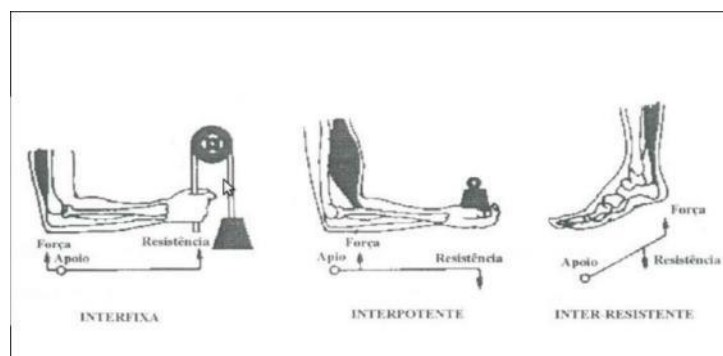
IIDA (1990), assim como Finocchiaro (1978), citam uma série de sistemas de alavancas, Figura 5, que permitem a movimentação do corpo humano, as quais são classificadas como:

Interfixa – o apoio situa-se entre a força e a resistência. Um exemplo típico é o tríceps. Esse tipo de alavanca é o mais adequado para transmitir velocidade e pouca força;

Interpotente – a força é aplicada entre o ponto de apoio e a resistência. É o caso do bíceps. Esse tipo de alavanca é um dos mais comuns no corpo. Os músculos se inserem próximos à articulação e facilitam a realização de movimentos rápidos e amplos, embora com sacrifício da força;

Inter-resistente – a resistência situa-se entre o ponto de apoio e a força. É o caso dos músculos da face posterior da perna, que se ligam ao calcanhar e permitem suspender o corpo na ponta dos pés. Esse tipo de alavanca sacrifica a velocidade para ganhar força.

As alavancas mais presentes no corpo humano são as do tipo interfixas, que se apresentam nas articulações posturais do organismo, e as interpotentes, predominantes nos movimentos do esqueleto, conforme trata a figura 5.



**Figura 5. Alavancas**

Fonte: IIDA, Itiro. Ergonomia – projeto e produção. São Paulo: Edgard Blucher, 1990. 465 p

Após apresentarmos a parte documental, teórica dos termos associados ao mecanismo de Alavancas do Corpo Humano, o objetivo é aplicar a técnica de estudo direcionada a Física em atividades experimentais, propondo a construção de um braço

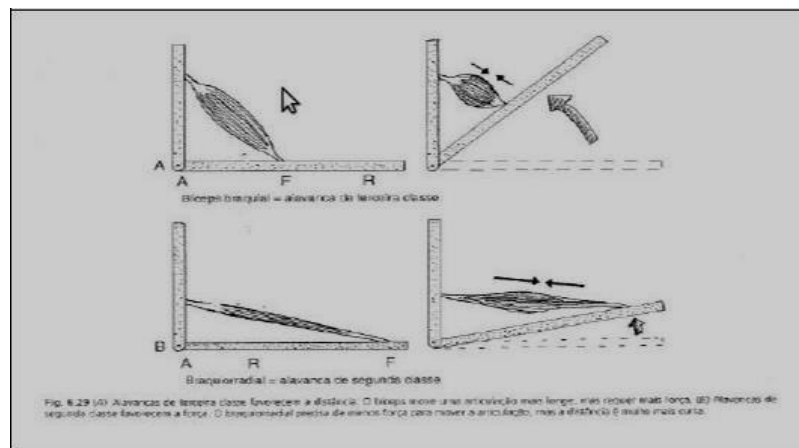
mecânico – Alavanca do Corpo Humano, Figura 6, Simulacro da alavanca do braço e Figura 7, Braço mecânico, essa última representando o braço.



**Figura 6: Simulacro da alavanca do braço**

Fonte: próprio autor

Esse é o braço construído para servir de apoio para a presente pesquisa, para simular o movimento do braço humano, no qual a metodologia adotada mencionada no capítulo 4.



**Figura 7. Braço mecânico**

Fonte: [www.moisesmendes.com.br](http://www.moisesmendes.com.br)

Dessa, forma somando os conhecimentos do positivismo, com os outros paradigmas emergentes pode ter um ganho incalculável para a educação, essa é a postura da presente dissertação, propor um diálogo e conhecer as contribuições que essas pesquisas podem trazer para a melhoria do ensino e da aprendizagem.

### 3. OBJETIVOS

Os objetivos dessa dissertação estão elencados do seguinte modo:

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Compreender os princípios da Física no estudo do movimento do braço humano.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Relacionar o funcionamento de sistemas do corpo humano com conceitos da Física e Biologia.

Estudar os princípios básicos das alavancas;

Estabelecer relações entre sistemas esquelético muscular as alavancas;

Construir alavancas que apresentem movimentos similares aos principais grupos ósteo – musculares do braço do corpo humano.

#### 4. METODOLOGIA

Na aplicação deste projeto, os conceitos Físicos de Alavancas, são abordados por meio da metodologia da experimentação a partir da Didática da Pedagogia Histórico Crítica, por ser esta uma importante ferramenta que contribui para formular e estabelecer relações entre conceitos, ou seja, a natureza da pesquisa se classifica como exploratória, pois envolve um levantamento bibliográfico e para conhecer os elementos do braço humano e os conceitos inerentes a ele. Também é descritiva, no que se refere a aplicação de questionários feitos pelo professor pesquisador para conhecer a relação do ensino e da aprendizagem.

Quanto aos procedimentos é um estudo que propõe a construção de um braço de madeira para facilitar a aprendizagem quando comparado ao braço humano e suas diversas relações com a física, nos quais os sujeitos da pesquisa são os alunos que participam da aula de física com o objetivo de estudar as alavancas do corpo humano.

Ainda vale dizer, que a opção metodológica é dialético, uma vez que, tudo está relacionado e interligado.

Segundo Gasparin (2002, p. 52), “a aprendizagem somente é significativa a partir do momento em que os educandos [...] apropriam-se do objeto do conhecimento em suas múltiplas determinações”. Esta construção se dá numa relação triádica, ocorrida entre alunos, professores e conteúdo.

Para ressaltar a metodologia adotada, vale mencionar o Plano Político Pedagógico do Colégio Diocesano João Paulo I, no Município de Porecatu-Pr, onde foi desenvolvida a pesquisa da Dissertação, onde foi realizada com 30 alunos do 2º ano do ensino médio. As características da escola e a metodologia adotada segue no Plano Político Pedagógico.

Cabe ao Professor receber apoio da escola no desafio de tornar esse conhecimento um instrumento de todos. Seja pela opção de abordar o maior número de tópicos dentro de um vasto repertório de conteúdos de mais de 300 anos de História, seja pelas opções metodológicas de implementação em sala de aula. É verdade que, ao produzir um currículo escolar, sempre será necessário fazer escolhas em relação ao que é mais importante ou fundamental, estabelecendo para isso referências apropriadas.

Assim considerando, nesta proposta, o Colégio que foi alvo da pesquisa se propõe a oferecer ensino de Física de forma a deixar de se concentrar na simples

memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas. Defendemos a ideia de que é preciso dar um significado ao que é ensinado nas aulas de Física, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, unindo esforços da Escola, Professores e alunos.

Para tanto são necessários conhecimentos em Física, desenvolvidos em torno de assuntos e problemas concretos, que exigem aprendizagem de leis, conceitos e princípios construídos por meio de um processo cuidadoso de identificação das relações internas do conhecimento, garantindo o estudo de diferentes campos de fenômenos e diferentes formas de abordagem, privilegiando a construção de um olhar investigativo sobre o mundo real, a fim de melhor compreendê-lo.

Objetivos gerais da metodologia:

- Estimular a observação, classificação e organização dos fatos e fenômenos a nossa volta segundo os aspectos físicos e funcionais relevantes
- Favorecer a compreensão da Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos
- Estimular a investigação e a pesquisa a partir de situações-problema.
- Possibilitar o uso adequado de meios tecnológicos como forma de produzir conhecimentos.
- Favorecer a articulação do conhecimento físico com os conhecimentos das demais disciplinas e a compreensão de que a Física foi construída historicamente.

Vale mencionar esse último objetivo, no qual a pesquisa procurou enaltecer, a relação com outras disciplinas, ou seja, os conhecimentos que envolvem os princípios da alavanca da física com outras disciplinas, como a biologia.

Objetivos específicos:

O aluno deverá ser capaz de, com auxílio do professor:

- Identificar e observar movimentos reais, suas características e variações observar fatos que identifiquem as leis e princípios a serem estudados.

- Discutir estados de movimento e aplicá-los em leis e princípios.
- Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento adquirido, através de linguagem física bem como os seus símbolos.
- Elaborar sínteses e esquemas estruturados dos termos físicos.
- Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas, para expressar os conteúdos físicos.
- Levantar hipóteses através de observação e experimentação assim como prever.
- Compreender as teorias e leis físicas para capacitar uma leitura de mundo articulada.
- Classificar as diferentes formas de energia, transformação, degradação e conservação.
- Discutir o saber físico com outras áreas do saber científico
- Conhecer cada vez mais seu universo físico e os fenômenos que nele acontecem
- Desvendar a abstração das leis físicas
- Desmitificar o desconhecido, evoluindo o espírito crítico.
- Desenvolver o raciocínio associativo e as capacidades dedutivas que possibilitem inserir novos conhecimentos no contexto da tecnologia avançada, ou mesmo em simples aplicações no cotidiano.

### Avaliação

Como a avaliação é contínua, permanente e cumulativa, a produção do aluno no que se refere à análise e descrição do ensino - aprendizagem será feita da seguinte forma:

- Trabalhos (individuais e em grupo)
- Pesquisas
- Tarefas

- Exercícios propostos
- Participação no desenvolvimento dos conteúdos
- Contribuição para o seu aprendizado e do colega.

Ao observar a produtividade do aluno no âmbito escolar, percebendo suas ideias quanto à resolução dos exercícios, manifestação de argumentos, exposição de ideias coerentes na exploração do conteúdo, e interpretação do exercício.

#### Avaliação Diagnóstica (individual)

- Verificação da aprendizagem
- Interpretação e análise dos resultados (o que o aluno sabia, o que aprendeu e até onde aprendeu)
- Levantamento das dificuldades.
- Intervenção explorando de forma diversificada os conteúdos, para superação das dificuldades apresentadas.
- Auto - avaliação.

Além das intervenções propostas durante as aulas, conforme necessidades observadas, após as avaliações pontuais, os estudos de recuperação, de caráter obrigatório, representam uma nova oportunidade de aprendizagem dos conteúdos trabalhados, formando uma consequência do processo de avaliação diagnóstica e contínua. Dessa forma, ocorrerá de forma a garantir ao educando a superação de dificuldades no seu percurso de aprendizagem. A recuperação de estudos é oferecida de forma contínua e paralela, durante o ano letivo, conforme consta na proposta curricular.

Em detrimento desse Plano Político Pedagógico que a escola propõe. É que a presente pesquisa se pautou propondo sempre a participação do aluno na construção do conhecimento.

A seguir, ao buscar instrumentalizar os alunos, será proposta uma pesquisa interdisciplinar sobre a temática, seguida de vídeo aulas e atividade experimental, buscando além da visão positivista, aliar outras maneiras de pensar, como o da interdisciplinaridade.

Para tanto, são disponibilizados recursos para a realização das experiências que comprovarão a teoria na prática, sem dissociá-las.

Para finalizar, o braço mecânico será construído pelos alunos, com a mediação do docente.

Após a realização das atividades experimentais o aluno terá a possibilidade de manifestar a nova postura unindo o cotidiano ao científico por meio de relatos orais e escritos. Assim, o aluno está instrumentalizado para assumir uma nova postura, a partir do que foi apreendido, ou seja, além de receber os conteúdos de formas lineares assumirem um modo de ver o braço como um conjunto de reações que promovem uma reconstrução do conhecimento.

**Assim, foi realizado da seguinte forma a aula:**

Após a abordagem teórica referente as alavancas iniciou o diálogo com os alunos e seus conhecimentos e suas aplicações no dia a dia usando os princípios da alavanca, promoveu-se uma partilha dos saberes como a utilização de um alicate, tesoura, chave de rodas entre outras formas de utilizar esses princípios da física no cotidiano, no qual solicitou para que se realizasse a pesquisa de ferramentas que teriam em casa e trouxessem para sala de aula para buscar conhecer as relações da alavanca e a os princípios da física.

Após a teoria das alavancas estarem no domínio dos alunos e os saberes devidamente partilhados montou o simulacro de braço imitando o movimento da alavanca com as devidas borrachas no qual os alunos tiveram a participação nessa confecção e nesse momento surgiram os interesses para saber como esse movimento se dá no corpo humano, no qual o professor como facilitador apontou para a realização de um trabalho de pesquisa, no qual os alunos investigariam de que forma o cérebro envia as mensagens para o braço para realizar o movimento da alavanca.

Desse modo, realizou na segunda parte da aula a explanação dos movimentos da alavanca e suas respectivas relações com os princípios da física.

Apresentou aos alunos os princípios da alavanca, conforme apresenta o foto ilustrando a participação do professor e do aluno na Figura 8 - Demonstração dos princípios Físicos da Alavanca, para que o aluno entenda os movimentos de resistência e força, ou seja, as atividades executadas em sala de aula, com o intuito de reforçar a teoria em relação ao estudo das alavancas.





Figura 8 – Demonstração dos princípios Físicos da Alavanca

Por meio dessa amostra ilustrada pela foto acima trouxeram inúmeras contribuições para a aula, como por exemplo: alguns mencionaram a participação dos neurotransmissores, outros comentam a função do músculo e a sustentação do esqueleto, e ainda, mencionaram que com esse modo de pensar as alavancas envolvem um estudo mais completo e dizem ter prazer em realizar uma pesquisa como essa, pois, o nível de aprendizagem quando há ligação entre outras disciplinas são mais prazerosos. No final da aula, o professor associou os diversos elementos e conceitos que a matéria possui, relacionando a importância da física para entender os movimentos do corpo humano, em especial o movimento do braço. Para associação dos conceitos Físicos com a Biologia e Interdisciplinaridade foram realizadas leituras de textos sobre os assuntos citados conforme Anexos: Anexo 1 - Características das alavancas, Anexo 2 - Apontamentos acerca de ossos e músculos, Anexo 3 – Alavancas do corpo humano e Anexo 4 - A interdisciplinaridade: uma abordagem histórica.

Para analisar a assimilação dos conteúdos e conseqüentemente a relação do ensino e da aprendizagem, estabeleceu a formulação de um questionário elaborado pelo próprio autor da dissertação.

Questionário (Perguntas: Fonte próprio autor)

01) Qual a diferença existente entre ponto material e corpo extenso?

02) Dê exemplos práticos de objetos de nosso cotidiano que podem ser considerados corpos extensos.

03) Sobre a grandeza física momento de uma força ( $M$ ), complete as frases abaixo, para que sejam fisicamente corretas:

a) Entende-se por momento de uma força, em relação a um ponto, a grandeza que mede a tendência causada pela força em fazer o corpo \_\_\_\_\_ em torno dele.

b) A intensidade do momento de uma força em relação a um ponto, pode ser determinada através do \_\_\_\_\_ da intensidade da força ( $F$ ) pela distância ( $d$ ) de sua reta suporte ao ponto considerado.

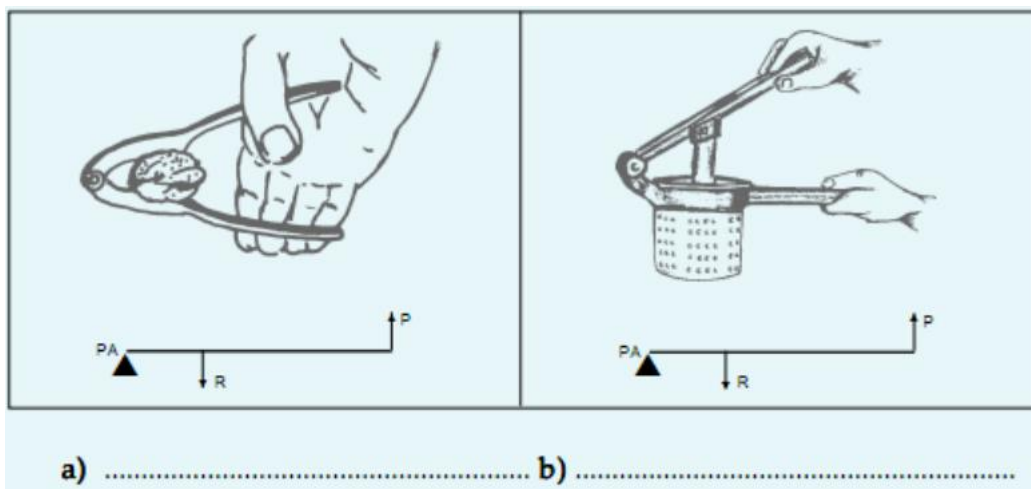
c) O momento gerado por uma força em relação a um ponto será \_\_\_\_\_ quando o referido ponto estiver contido na reta suporte da força.

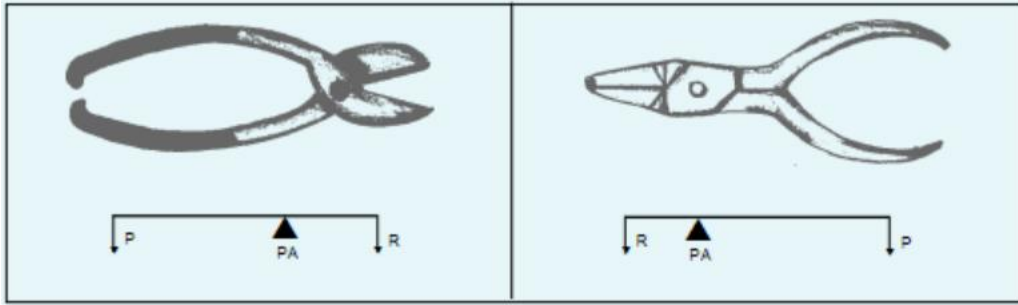
d) No Sistema Internacional, a unidade de momento de uma força em relação a um ponto é \_\_\_\_\_.

04) O que é uma alavanca?

05) Quais os tipos de alavancas?

06) Classifique as alavancas ilustradas, segundo o tipo a que pertencem:

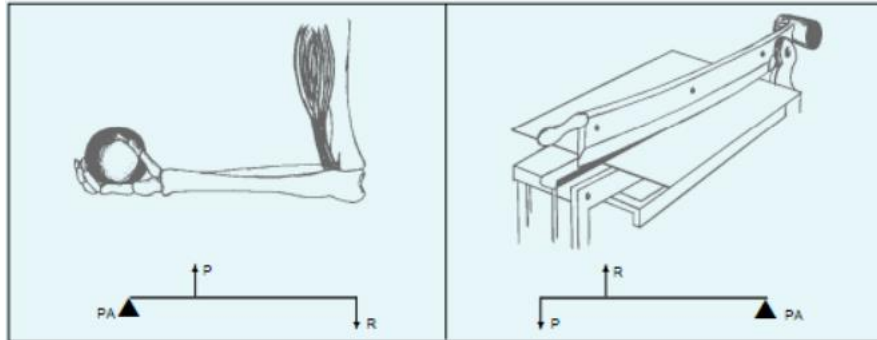




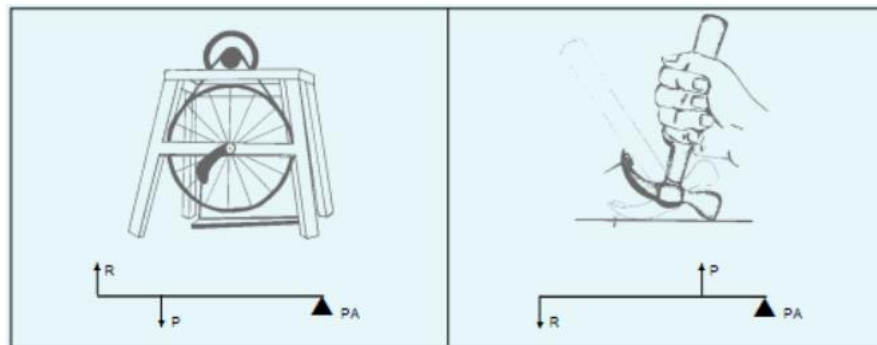
c) ..... d) .....



e) ..... f) .....

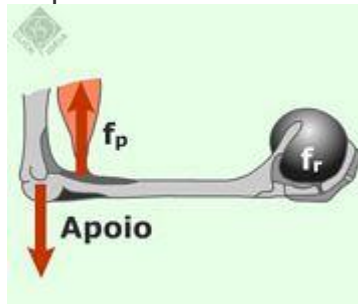


g) ..... h) .....



i) ..... j) .....

Com base na imagem abaixo responde os exercícios 7 e 8:



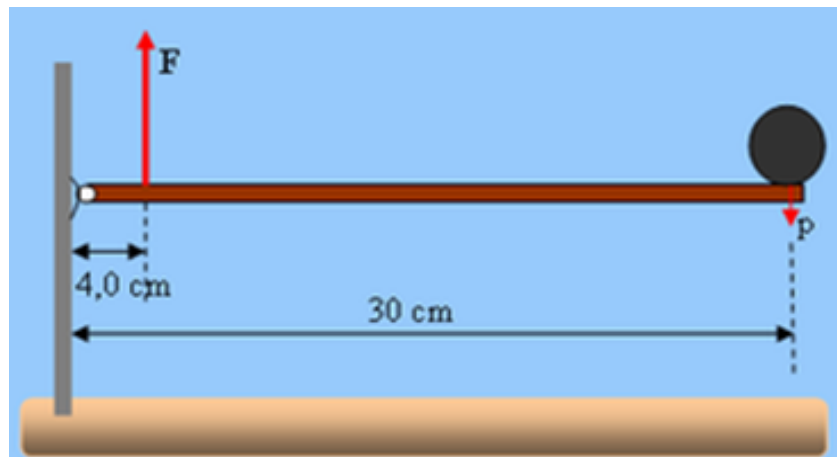
07) Podemos afirmar que a alavanca humana representada é do tipo:

- a( ) Interfixa (ponto de apoio entre  $F_P$  e  $F_R$ )
- b( ) Inter-resistente ( $F_R$  entre o ponto de apoio e a  $F_P$ )
- c( ) Interpotente ( $F_P$  entre o ponto de apoio e a  $F_R$ )

08) Qual a força ( $F$ ) exercida pelo músculo do braço, sabendo que o peso da bolinha é igual a 30N? Qual a sua vantagem mecânica ( $VM$ )?

09) Quais músculos humanos estão relacionados, diretamente, com o tipo de alavanca demonstrado na ilustração?

10) Quais músculos humanos estão relacionados, diretamente, com o tipo de alavanca demonstrado na ilustração?



Figuras do questionário

**Fonte:** SOUZA, Alexandre. Alavancas do Corpo Humano! Disponível em: <http://professoralexandrefisio.blogspot.com.br/2011/03/as-alavancas-e-o-corpo-humano.html>. Acesso em Outubro de 2015.

## 5. RESULTADOS

Na parte experimental a metodologia adotada foi estabelecida pela montagem do braço mecânico, utilizando dois pedaços de madeira e um elástico conforme vemos na Figura 9. Figura 10 - Braço mecânico montado pelos alunos. Os alunos como sujeitos ativos do conhecimento.



Figura 9 – Partes do Braço Mecânico

Nessa figura 9, foram separadas as partes do braço para facilitar a sua respectiva montagem.



Figura 10 – Braço mecânico

Na Figura 10, o braço já pronto para simular os respectivos exercícios.



Após a montagem do braço mecânico os alunos foram reunidos em grupo na biblioteca para estudar e discutir sobre as atividades de montagem do braço. Os alunos estão questionando os princípios da alavanca, especialmente suas respectivas aplicações no corpo humano e suas relações com as demais áreas do conhecimento, como a Biologia, Matemática e a Física, Figura 11 – montando o braço, peça por peça. Em seguida responderam o questionário citado anteriormente, Figura 12.



**Figura 11 – Montando o braço**



**Figura 11 – Respondendo questionário**

Com as respectivas respostas obtidas pelos questionários utilizados proporcionou conhecer a assimilação dos alunos referentes aos princípios da alavanca, para o Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física

(MNPEF) da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Campus de Presidente Prudente.

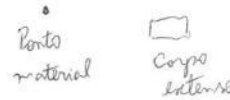
O resultado apresentado pela presente pesquisa está alicerçado no questionário que segue, no qual procurou evidenciar a aprendizagem do aluno, ou seja, que seja capaz de compreender e explicar o conceito científico das Alavancas do Corpo Humano, relacionando teoria e prática, com apoio da interdisciplinaridade.

## Resposta ao Questionário 1

Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF)  
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Campus de Presidente Prudente

01) Qual a diferença existente entre ponto material e corpo extenso?

Ponto material é quando você despreza as dimensões, já o corpo extenso é quando não despreza



02) Dê exemplos práticos de objetos de nosso cotidiano que podem ser considerados corpos extensos.

O trem em relação a ponte  
Casa em relação a chinelos

03) Sobre a grandeza física momento de uma força ( $M$ ), complete as frases abaixo, para que sejam fisicamente corretas:

a) Entende-se por momento de uma força, em relação a um ponto, a grandeza que mede a tendência causada pela força em fazer o corpo girar em torno dele.

b) A intensidade do momento de uma força em relação a um ponto, pode ser determinada através do produto da intensidade da força ( $F$ ) pela distância ( $d$ ) de sua reta suporte ao ponto considerado.

c) O momento gerado por uma força em relação a um ponto será nulo quando o referido ponto estiver contido na reta suporte da força.

d) No Sistema Internacional, a unidade de momento de uma força em relação a um ponto é  $n.m$ .

04) O que é uma alavanca?

É uma barra e um ponto fixo

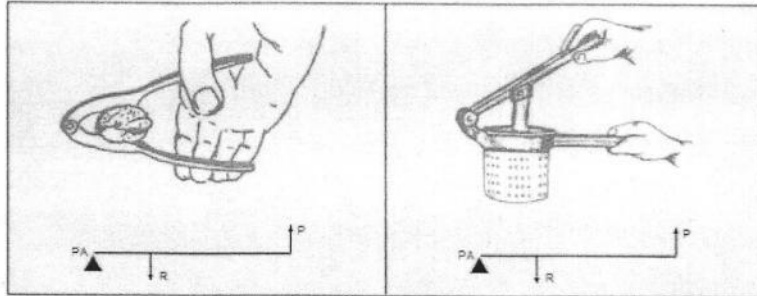


05) Quais os tipos de alavancas?

Interfixa, intermediente e interpotente

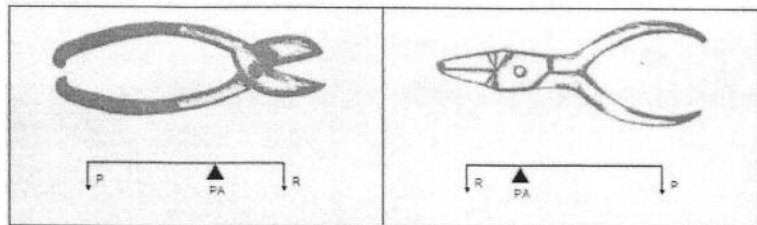


06) Classifique as alavancas ilustradas, segundo o tipo a que pertencem:



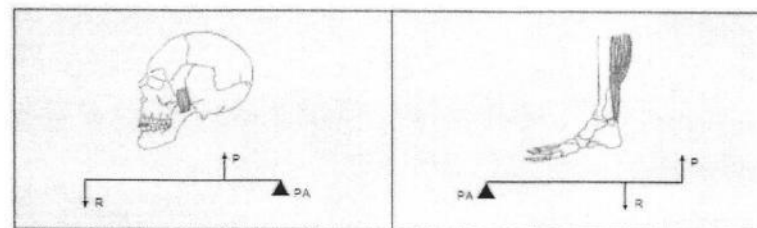
a) *Inter-resistente*

b) *Inter-resistente*



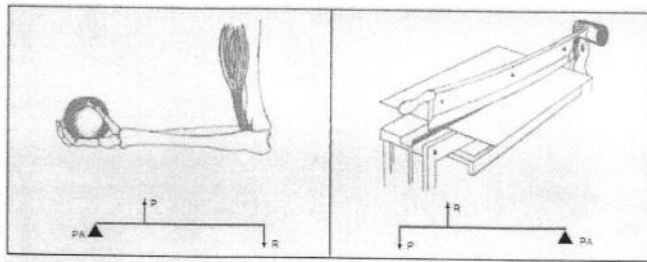
c) *Interfixa*

d) *Interfixa*

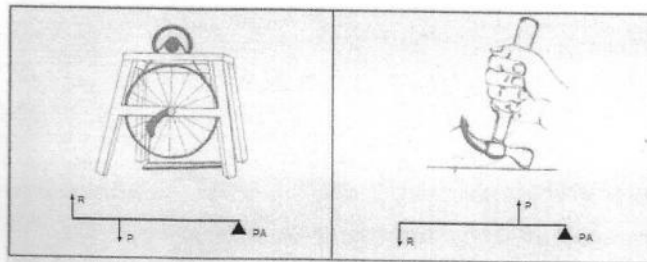


e) *Interpotente*

f) *Inter-resistente*

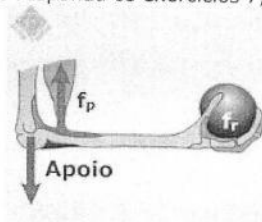


g) Interpotente h) Inter-resistente



i) Interpotente j) Interpotente

Com base na imagem abaixo responda os exercícios 7, 8 e 9:



07) Podemos afirmar que a alavanca humana representada é do tipo:

- a)  Interfixa (ponto de apoio entre  $F_p$  e  $F_R$ )  
 b)  Inter-resistente ( $F_R$  entre o ponto de apoio e a  $F_p$ )  
 c)  Interpotente ( $F_p$  entre o ponto de apoio e a  $F_R$ )

08) Qual a força ( $F$ ) exercida pelo músculo do braço, sabendo que o peso da bolinha é igual a 30N? Qual a sua vantagem mecânica ( $VM$ )?

$$F_p \cdot 4 = 30 \cdot 30$$

$$F_p \cdot 4 = 900$$

$$F_p = \frac{900}{4}$$

$$F_p = 225 \text{ N}$$

$$VM = \frac{F_p}{F_R}$$

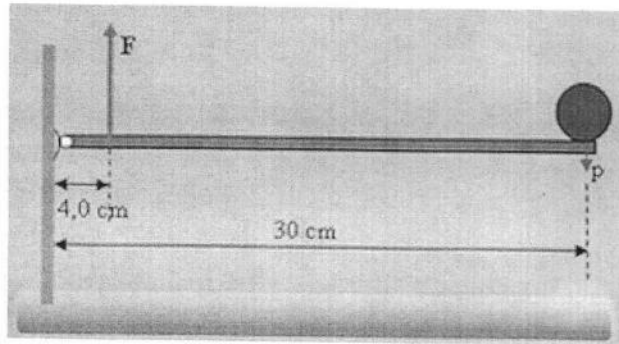
$$VM = \frac{225}{30}$$

$$VM = 7,5$$

09) Quais músculos humanos estão relacionados, diretamente, com o tipo de alavanca demonstrado na ilustração?

Bíceps, braço e antebraço

10) Quais músculos humanos estão relacionados, diretamente, com o tipo de alavanca demonstrado na ilustração?



$F =$  músculo

$P =$  mão

$PA =$  cotovelo

Bruno Aquilino Sidelis de Moura

## Resposta ao Questionário 2

Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF)  
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Campus de Presidente Prudente

01) Qual a diferença existente entre ponto material e corpo extenso?

Dependendo do referencial o ponto material representa um corpo cuja dimensão não é relevante (Um grão de pó em uma mesa).  
Corpo extenso se trata de um corpo onde suas dimensões onde suas dimensões são relevantes.

02) Dê exemplos práticos de objetos de nosso cotidiano que podem ser considerados corpos extensos.

Um mocho no moinho. 1 Rato no queijo, 1 caderno no chão.

03) Sobre a grandeza física momento de uma força ( $M$ ), complete as frases abaixo, para que sejam fisicamente corretas:

a) Entende-se por momento de uma força, em relação a um ponto, a grandeza que mede a tendência causada pela força em fazer o corpo girar em torno dele.

b) A intensidade do momento de uma força em relação a um ponto, pode ser determinada através do produto da intensidade da força ( $F$ ) pela distância ( $d$ ) de sua reta suporte ao ponto considerado.

c) O momento gerado por uma força em relação a um ponto será zero quando o referido ponto estiver contido na reta suporte da força.

d) No Sistema Internacional, a unidade de momento de uma força em relação a um ponto é Newton por metro.

04) O que é uma alavanca?

É um sistema mecânico simples, constituído de um ponto fixo, uma barra e uma resistência e uma potência.



05) Quais os tipos de alavancas?

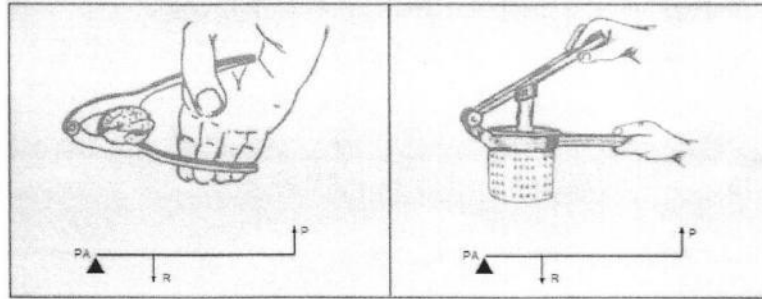
Interfixa

Interpotência

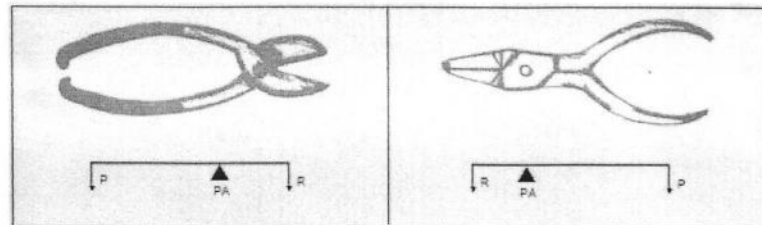
Interresistência.

Daniel de Cássio

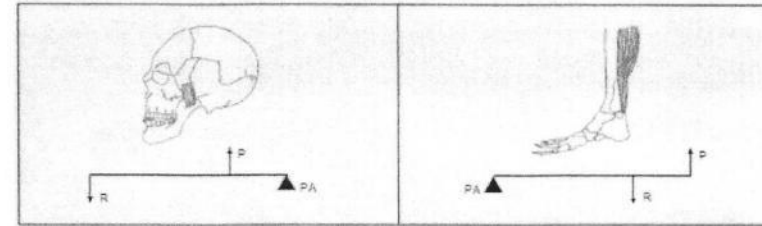
06) Classifique as alavancas ilustradas , segundo o tipo a que pertencem:



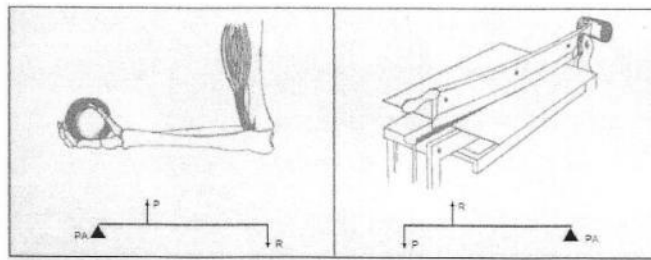
a) *Intersistente* ..... b) *Intersistente* .....



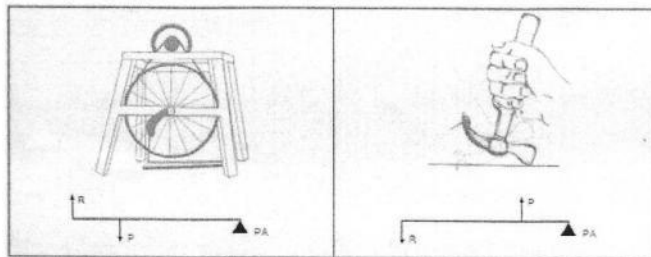
c) *Interfixa* ..... d) *Interfixa* .....



e) *Interpotante* ..... f) *Intersistente* .....

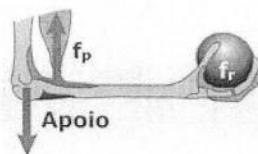


g) Interpotente h) Inter-resistente



i) Interpotente j) Interpotente

Com base na imagem abaixo responde os exercícios 7, 8 e 9:



07) Podemos afirmar que a alavanca humana representada é do tipo:

- a( ) Interfixa (ponto de apoio entre  $F_p$  e  $F_R$ )
- b( ) Inter-resistente ( $F_R$  entre o ponto de apoio e a  $F_p$ )
- c() Interpotente ( $F_p$  entre o ponto de apoio e a  $F_R$ )

08) Qual a força ( $F$ ) exercida pelo músculo do braço, sabendo que o peso da bolinha é igual a 30N? Qual a sua vantagem mecânica (VM)?

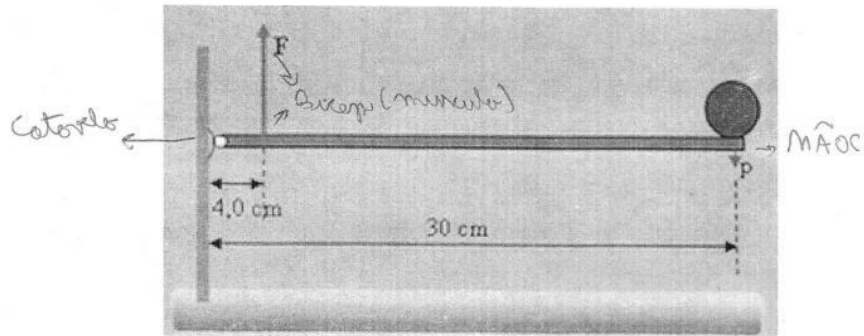
$m_p = 0 \text{ Nm}$   
 $m_p = M_A$

$F_p \cdot d_p = F_R \cdot d_R$   
 $F_p \cdot (4) = (30) \cdot (90)$   
 $F_p \cdot (4) = 2700$   
 $F_p = \frac{2700}{4}$   
 $F_p = 675$

09) Quais músculos humanos estão relacionados, diretamente, com o tipo de alavanca demonstrado na ilustração?

Bíceps (músculo)    Ponto fixo: Cotovelo  
Braço: (Braço)

10) Quais músculos humanos estão relacionados, diretamente, com o tipo de alavanca demonstrado na ilustração?



### Resposta ao Questionário 3

Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF)  
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Campus de Presidente Prudente

01) Qual a diferença existente entre ponto material e corpo extenso?

Um ponto material é algo que pode ser desprezado a sua dimensão (espessura, altura, largura), já o corpo extenso não pode ser desprezado a sua dimensão.

02) Dê exemplos práticos de objetos de nosso cotidiano que podem ser considerados corpos extensos.

~~Uma moeda solta de uma moeda~~ Uma apostila e relação a uma coreta, sua parte sua relação ao carro.

03) Sobre a grandeza física momento de uma força ( $M$ ), complete as frases abaixo, para que sejam fisicamente corretas:

a) Entende-se por momento de uma força, em relação a um ponto, a grandeza que mede a tendência causada pela força em fazer o corpo girar em torno dele.

b) A intensidade do momento de uma força em relação a um ponto, pode ser determinada através do produto da intensidade da força ( $F$ ) pela distância ( $d$ ) de sua reta suporte ao ponto considerado.

c) O momento gerado por uma força em relação a um ponto será nulo quando o referido ponto estiver contido na reta suporte da força.

d) No Sistema Internacional, a unidade de momento de uma força em relação a um ponto é ~~N.m~~ ~~N.m~~ ~~N.m~~  $m \cdot N$

04) O que é uma alavanca?

Alavanca é uma barra rígida (reta ou curva) que pode girar em torno de um ponto de apoio.

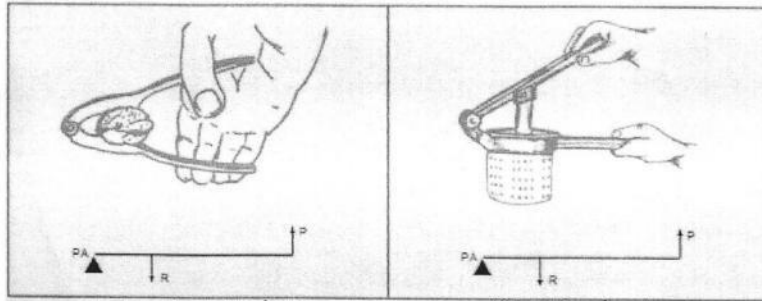


05) Quais os tipos de alavancas?

- Interfixa
- Intersecante
- Intermixta

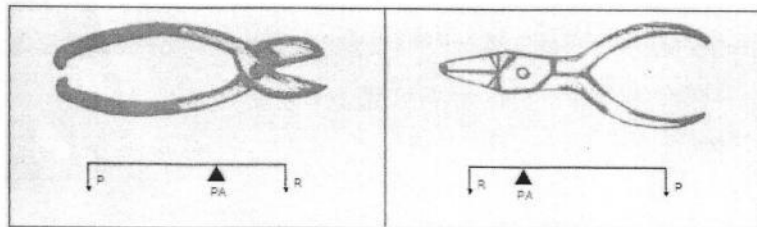


06) Classifique as alavancas ilustradas , segundo o tipo a que pertencem:



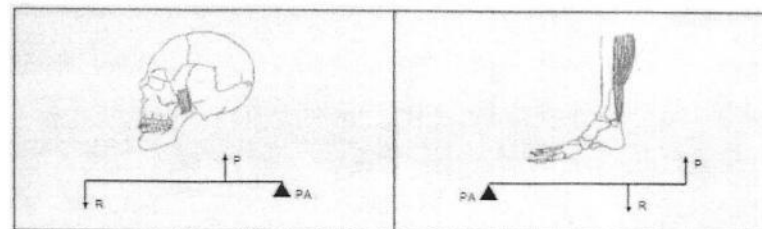
a) *Intersevitete*

b) *Intersevitete*



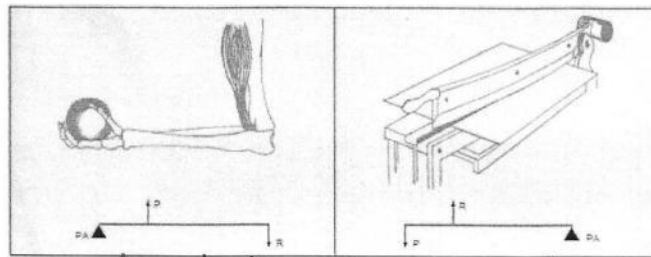
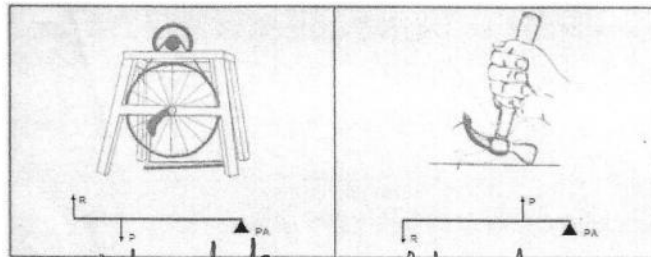
c) *Interfixa*

d) *Interfixa*

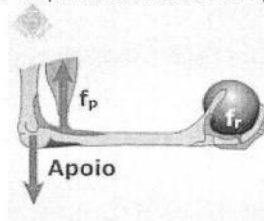


e) *Interpetate*

f) ~~Intersevitete~~ *Intersevitete*

g) *Interpotente*h) *Interventiva*i) *Interpotente*j) *Interpotente*

Com base na imagem abaixo responde os exercícios 7, 8 e 9:



07) Podemos afirmar que a alavanca humana representada é do tipo:

- a( ) Interfixa (ponto de apoio entre  $F_p$  e  $F_R$ )  
 b( ) Inter-resistente ( $F_R$  entre o ponto de apoio e a  $F_p$ )  
 c( ) Interpotente ( $F_p$  entre o ponto de apoio e a  $F_R$ )

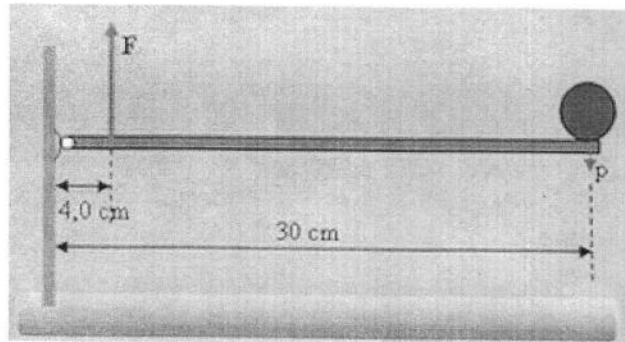
08) Qual a força ( $F$ ) exercida pelo músculo do braço, sabendo que o peso da bolinha é igual a 30N? Qual a sua vantagem mecânica (VM)?

$$\begin{aligned}
 F_p &= ? \\
 d_p &= 4 \\
 F_R &= 30 \\
 d_R &= 30 \\
 F_p \cdot d_p &= F_R \cdot d_R \\
 F_p \cdot 4 &= 30 \cdot 30 \\
 4 F_p &= 900 \\
 F_p &= \frac{900}{4} \\
 \boxed{F_p = 225 \text{ N}}
 \end{aligned}$$

09) Quais músculos humanos estão relacionados, diretamente, com o tipo de alavanca demonstrado na ilustração?

Bíceps e Tríceps e antebraço.

10) Quais músculos humanos estão relacionados, diretamente, com o tipo de alavanca demonstrado na ilustração?



P → MÃO

F → BÍCEPS

FELIPE

AUGUSTO

## Resposta ao Questionário 4

Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF)  
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Campus de Presidente Prudente

01) Qual a diferença existente entre ponto material e corpo extenso?

Ponto material suas medidas são desprezíveis, já o corpo extenso suas dimensões tem importância.

02) Dê exemplos práticos de objetos de nosso cotidiano que podem ser considerados corpos extensos.

Tram em relação a ponto <sup>ponto</sup> Casa em relação ao chumbo, <sup>corpo extenso</sup> objeto em relação a borracha.

03) Sobre a grandeza física momento de uma força ( $M$ ), complete as frases abaixo, para que sejam fisicamente corretas:

a) Entende-se por momento de uma força, em relação a um ponto, a grandeza que mede a tendência causada pela força em fazer o corpo girar em torno dele.

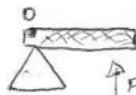
b) A intensidade do momento de uma força em relação a um ponto, pode ser determinada através do produto da intensidade da força ( $F$ ) pela distância ( $d$ ) de sua reta suporte ao ponto considerado.

c) O momento gerado por uma força em relação a um ponto será nulo quando o referido ponto estiver contido na reta suporte da força.

d) No Sistema Internacional, a unidade de momento de uma força em relação a um ponto é  $N \cdot m$ .

04) O que é uma alavanca?

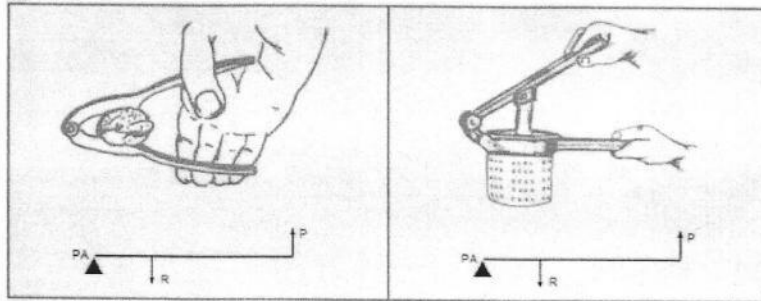
É uma barra e um ponto fixo



05) Quais os tipos de alavancas?

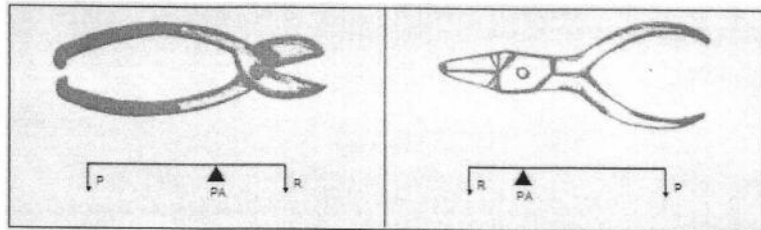
Interfixas, interpostas e intersecantes

06) Classifique as alavancas ilustradas , segundo o tipo a que pertencem:



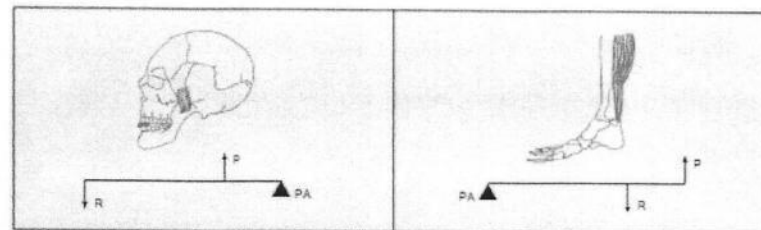
a) *inter-resistente*

b) *inter-resistente*



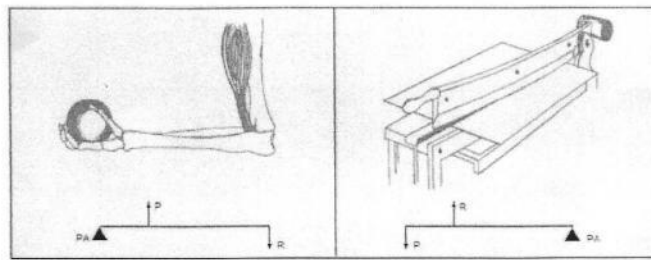
c) *interfixa*

d) *interfixa*

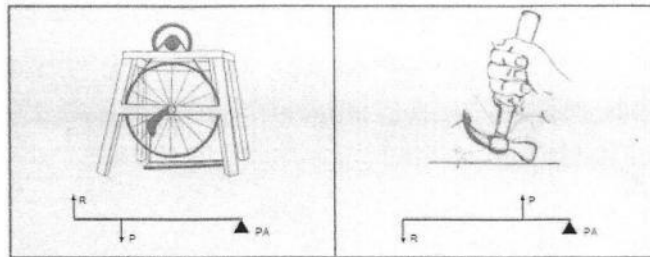


e) *intoprotente*

f) *inter-resistente*

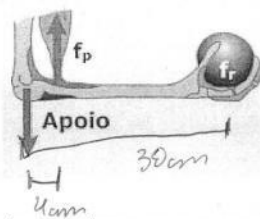


g) *interpotente* h) *inter-resistente*



i) *interpotente* j) *interpotente*

Com base na imagem abaixo responde os exercícios 7, 8 e 9:



07) Podemos afirmar que a alavanca humana representada é do tipo:

- a) ( ) Interfixa (ponto de apoio entre  $F_p$  e  $F_R$ )
- b) ( ) Inter-resistente ( $F_R$  entre o ponto de apoio e a  $F_p$ )
- c) (x) Interpotente ( $F_p$  entre o ponto de apoio e a  $F_R$ )

08) Qual a força (F) exercida pelo músculo do braço, sabendo que o peso da bolinha é igual a 30N? Qual a sua vantagem mecânica (VM)? *462/200*

$$F_p \cdot 4 = 30 \cdot 30$$

$$F_p \cdot 4 = 900$$

$$F_p = \frac{900}{4}$$

$$\approx 225$$

$$V_m = \frac{F_p}{F_R}$$

$$V_m = \frac{225}{30}$$

$$V_m = 7,5$$

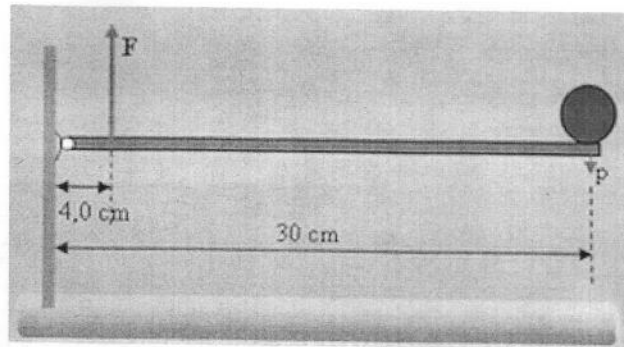
$$\frac{900}{10} = 225$$

$$\frac{225}{30} = 7,5$$

09) Quais músculos humanos estão relacionados, diretamente, com o tipo de alavanca demonstrado na ilustração?

*Bíceps*

10) Quais músculos humanos estão relacionados, diretamente, com o tipo de alavanca demonstrado na ilustração?



$F = \text{bíceps}$      $PA = \text{cotovelo}$      $P = \text{mão}$

*Guilherme*

## Resposta ao Questionário 5

Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF)  
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Campus de Presidente Prudente

01) Qual a diferença existente entre ponto material e corpo extenso?

O ponto material é aquele objeto em que se pode desprezar as dimensões. Já o corpo extenso é o objeto em que se não despreza as dimensões.

02) Dê exemplos práticos de objetos de nosso cotidiano que podem ser considerados corpos extensos.

Um exemplo que pode ser citado é um ponto sobre uma mesa.  
Outro exemplo de corpo extenso é um objeto sobre uma mesa.

03) Sobre a grandeza física momento de uma força ( $M$ ), complete as frases abaixo, para que sejam fisicamente corretas:

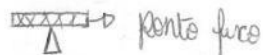
a) Entende-se por momento de uma força, em relação a um ponto, a grandeza que mede a tendência causada pela força em fazer o corpo girar em torno dele.

b) A intensidade do momento de uma força em relação a um ponto, pode ser determinada através do produto da intensidade da força ( $F$ ) pela distância ( $d$ ) de sua reta suporte ao ponto considerado.

c) O momento gerado por uma força em relação a um ponto será nulo quando o referido ponto estiver contido na reta suporte da força.

d) No Sistema Internacional, a unidade de momento de uma força em relação a um ponto é  $N \cdot m$ .

04) O que é uma alavanca?

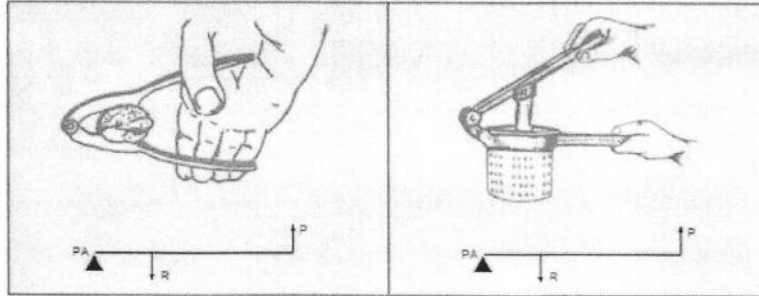


05) Quais os tipos de alavancas?

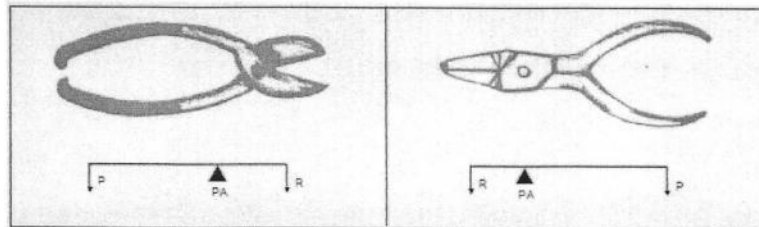
Os tipos de alavancas são: interfixa; interpostiva e interse-



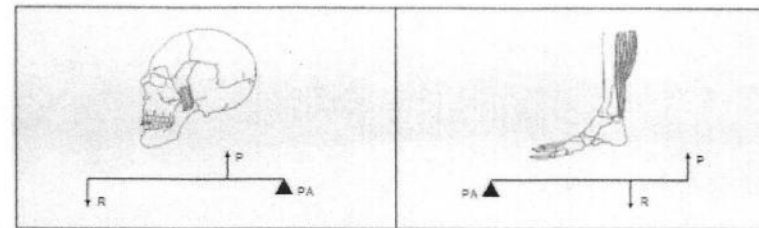
06) Classifique as alavancas ilustradas , segundo o tipo a que pertencem:



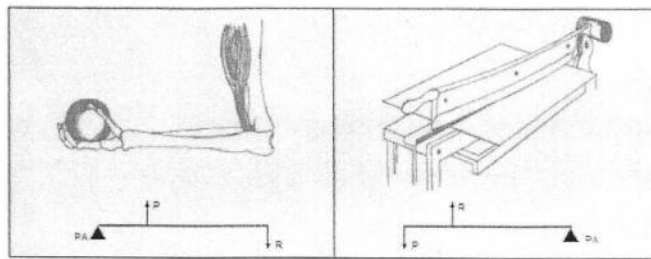
a) *Intercrescente* ..... b) *Intercrescente* .....



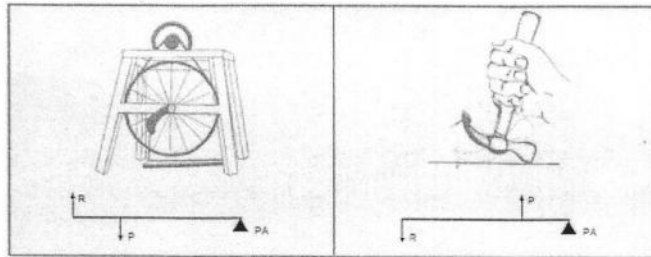
c) *Interfixa* ..... d) *Interfixa* .....



e) *Interpostante* ..... f) *Intercrescente* .....

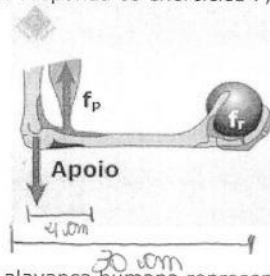


g) Interpotente h) Inter-resistente



i) Interpotente j) Interpotente

Com base na imagem abaixo responde os exercícios 7, 8 e 9:



07) Podemos afirmar que a alavanca humana representada é do tipo:

- a( ) Interfixa (ponto de apoio entre  $F_p$  e  $F_R$ )  
 b( ) Inter-resistente ( $F_R$  entre o ponto de apoio e a  $F_p$ )  
 c(x) Interpotente ( $F_p$  entre o ponto de apoio e a  $F_R$ )

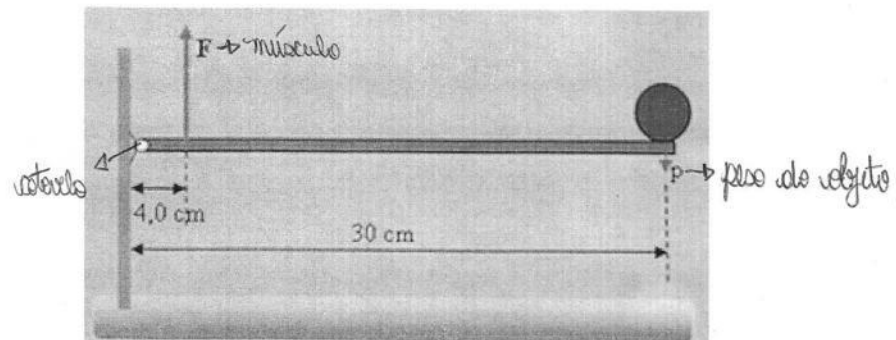
08) Qual a força ( $F$ ) exercida pelo músculo do braço, sabendo que o peso da bolinha é igual a 30N? Qual a sua vantagem mecânica (VM)?

$$\begin{aligned}
 F_p &= ? \\
 d_p &= 4 \\
 F_R &= 30 \\
 d_R &= 30 \\
 F_p \cdot (4) &= (30) \cdot (30) \\
 4F_p &= 900 \\
 F_p &= \frac{900}{4} \\
 F_p &= 225 \text{ N}
 \end{aligned}$$

09) Quais músculos humanos estão relacionados, diretamente, com o tipo de alavanca demonstrado na ilustração?

O bíceps, entre o braço e antebraço

10) Quais músculos humanos estão relacionados, diretamente, com o tipo de alavanca demonstrado na ilustração?



Nome: Maria Clara Machado

Esperou-se com esse questionário fomentar as relações com a interdisciplinaridade, ou seja, quando o braço de madeira foi apresentado, estabelecendo as relações com as alavancas da física, notou-se uma série de conhecimentos a serem investigados, além dos princípios da física, como exemplo outras demais áreas do conhecimento, como biologia, medicina, matemática e Educação Física, o ganho de interesse da parte dos alunos foi surpreendente, e tornou o saber mais complementar, deixa de ser fragmentado, pois não só é estudado a física propriamente dita, mas outros conhecimentos também.

Dentre esses saberes, cumpre destacar alguns resultados que são de grande relevância para o estudo da física e para despertar a capacidade do aluno de aprender.

- a) maior assimilação de associação de conhecimento;
- b) o aluno participa da construção do conhecimento;
- c) participa na elaboração da aula;
- d) cumpre o papel que o Plano Político Pedagógico que a escola propõe;
- e) promove mais diálogos entre os participantes das relações pedagógicas, ou seja, os alunos interagem entre si;
- f) o professor utiliza mais recursos pedagógicos, quando os alunos mostram mais atenção pela aula e
- g) despertar na interdisciplinaridade o caminho para o gosto de outras disciplinas.

Esses são alguns dos resultados que a presente dissertação procurou ao longo de sua pesquisa promover, a assimilação do conhecimento por meio da interdisciplinaridade, pois na construção da alavanca, percebeu o quanto o aluno tem a capacidade de interagir com o conhecimento, quando o professor possibilita essa atividade trazendo teorias de outras ciências para sala de aula.

Além disso, vale a pena evidenciar, que os resultados esperados pela presente dissertação, superou as expectativas, haja vista, a contribuição e o nível de atenção que os alunos tiveram, quando o estudo da alavanca foi proporcionado com a interdisciplinaridade.

## 6. CONCLUSÃO

Feita as digressões em relação ao assunto proposto, pode-se tecer algumas ponderações imprescindíveis acerca do tema das alavancas e da interdisciplinaridade. Em relação ao que foi abordado no primeiro momento desse estudo é o projeto da alavanca e suas respectivas considerações com a interdisciplinaridade, justificativas, fundamentação teórica e a metodologia adotada.

Dessa feita, tratou sobremaneira as características da alavanca no qual apontou suas implicações da física, conceitos, classificação e suas vantagens mecânicas, no qual observou que sua origem remonta a história, e sua utilização pelo ser humano sempre esteve presente, especialmente na utilização da ampliação da força.

Além disso, ao pesquisar a atuação dos músculos e ossos e conhecer suas funções no corpo humano, descobriu um universo de reações que relacionadas com os princípios da alavanca, desvendou-se que a interligação das ciências para conhecer princípios da biologia, anatomia, matemática e física são necessários para a interligação dos saberes para explicar os princípios da alavanca do corpo humano.

Desse modo, investigou a neurotransmissão na contração muscular, no qual, o principal fator de influência da capacidade de um músculo gerar força é a qualidade de pontes de actina e miosina efetivamente ligada. Desta maneira, o músculo pode ser capaz de se desenvolver e aumentar a sua capacidade de força bastando aumentar o número de pontes de actina e miosina.

Ao tratar pormenorizadamente esses elementos que antecederam o estudo da alavanca do corpo humano, descobriu-se necessariamente que a ligação entre as diversas pontes do conhecimento são necessárias, pois a alavanca do braço propriamente dito, no qual, foi objeto específico da presente dissertação compõe elementos e princípios de diversas complexidades, em que pese, o conhecimento multidisciplinar que exige essa matéria são notórios, pois o envolvimento dos músculos, ossos, tendões, alavancas, princípios da física, matemática, biologia, educação física, entre tantas outras, dão grande dimensão ao tema, surpreendente e apaixonante cientificamente.

Diante dessas teias que a dissertação apresentou ao longo do estudo da alavanca do braço do corpo humano, surge a interdisciplinaridade, instrumento de ligação dos saberes que se complementam e rompem paradigmas de uma ciência

que sempre se fundou na fragmentação do conhecimento, e a interdisciplinaridade visa romper com esse modelo e propõe uma forma mais complexa de apresentar o conhecimento e incerta, não se pauta por saberes prontos e acabados, ao contrário permeia pela incompletude por princípios dialógicos e dialéticos que a nova forma de ensinar e aprender propõe.

Ao dialogar a aula de física sobre os princípios da alavanca, e em especial do braço humano, com base na interdisciplinaridade, percebeu-se, interesse nunca antes visto dos alunos, no qual a participação na reconstrução do conhecimento e a assimilação do conteúdo é emancipatório, pois em só conteúdo, pode ser trabalhados assuntos de tamanha riqueza para a vida dos alunos são imensuráveis, e a religação dos saberes com as outras disciplinas são memoráveis, por essa, razão, talvez esse seja o caminho para a educação no Brasil, a interdisciplinaridade em todas as ciências.

Além disso, vale a pena ressaltar, que o aluno ao ter a oportunidade de ter um professor facilitador do conhecimento propõe ao discente trazer seu conhecimento para a sala de aula, no qual é reconstruído e reconhecido, pois na maior parte das vezes, em que a aula é ministrada nos parâmetros antigos o seu conhecimento e as trocas de saberes são silenciadas pela pedagogia do opressor, ou seja, não há espaço para o diálogo só o professor detém o conhecimento.

Cumprir dizer, que por meio desses diálogos emancipatórios, abre-se para uma nova forma de pensar, uma consciência crítica passa a fazer parte do modo de agir dos educandos, pois não é mais objeto da relação do ensino e da aprendizagem, mas passa a ser sujeito que reconstrói o conhecimento.

Ainda a epistemologia, no que concerne a razão técnica propriamente dita por uma cultura edificante, onde alunos e alunas são seres capazes de criar uma educação libertadora, saem do comodismo de receber tudo pronto e iniciam uma batalha inovadora na busca da autonomia, assim a sala de aula se torna um campo de inesgotáveis trocas de saberes.

Essas novas posturas, trazidas pelos paradigmas emergentes atuam de forma reconstrutora do conhecimento, pois os diálogos estabelecidos entre docentes e discentes oportunizam que os saberes diferentes colocados por ambos, são capazes de edificarem o conhecimento e todos crescerem com essa relação dialógica.

Portanto, nessas trocas de saberes, a presente dissertação percebeu que o aluno quando é protagonista do conhecimento, auxiliando na busca da realização das

práticas dos saberes ele reconstrói o conhecimento. E o professor enquanto facilitador auxilia na pesquisa, promove o diálogo a escola se torna um espaço, ou melhor, um universo de trocas de saberes e os discentes começam a entender o sentido do conhecimento que é a liberdade de consciência, no qual a presente dissertação procurou apontar que o caminho da interdisciplinaridade é capaz de transformar o ambiente escolar.

## 7. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Márcia Ângela. Parâmetros Curriculares Nacionais e formação do educador: a reforma educacional brasileira em marcha. *Educação & Sociedade*, São Paulo: CEDES, Campinas: Papyrus, n. 56. p. 506-515. dez/. 1996.
- ALMEIDA, Frederico Borges de. Momento ou Torque de uma Força. Disponível em: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/momento-ou-torque-uma-forca.htm>. Acesso em 02 fevereiro de 2016.
- ALMEIDA FILHO, Naomar. Intersetorialidade, transdisciplinaridade e saúde coletiva: atualizando um debate em aberto. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 34, n. 6, p. 11-34, nov./dez. 2000.
- AMARAL, Ivan A. **Conhecimento formal, experimentação e estudo ambiental**. *Ciência & Ensino*, n. 3, p. 10-15, dez. 1997.
- AZEVEDO, Maria Antonia Ramos de; ANDRADE, Maria de Fátima Ramos de. O conhecimento em sala de aula: a organização do ensino numa perspectiva interdisciplinar. *Educ. rev.*, Curitiba , n. 30, p. 235-250, 2007 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-40602007000200015&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40602007000200015&lng=en&nrm=iso)>. acesso em 19 Oct. 2015.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais - ensino médio: Física**. Brasília: MEC/SEF, 1999.
- BRUNNSTROM, S. *Cinesiologia Clínica de Brunnstrom*. São Paulo: Manole, 1997.
- CASSARO, Renato. **Atividades Experimentais no Ensino de Física. 2012**. Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Física. Universidade Federal de Rondônia – UNIR. 2012.
- CÁSSIA Anna de. Ossos do corpo humano – Nomes e funções. Disponível em: <http://www.estudopratico.com.br/ossos-do-corpo-humano-nomes-e-funcoes-2/>. Acesso em 10 set. 2015.
- DEMO, Pedro. *Educação & conhecimento - relação necessária, insuficiente e controversa*. Petrópolis: Vozes, 2001.
- DIAS, Pablo Flôres. *Fisiologia do Músculo Estriado Esquelético*. Disponível em: <http://www.sogab.com.br/fisiologiamusculoesqueletico.pdf>. Acesso em 10 out. 2015.
- FAZENDA. Ivani. *Integração e Interdisciplinaridade no Ensino Brasileiro: Efetividade ou ideologia?* São Paulo: Loyola, 1992.



- FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- FINOCCHIARO, José et al. **Manual de Prevenção das Lombalgias**. São Paulo, Lex Editora, 1978.
- GASPARIN, João Luiz. **Uma Didática para a Pedagogia Histórica - Crítica**. 3 ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2002.
- IIDA, Itiro. **Ergonomia – projeto e produção**. São Paulo: Edgard Blucher, 1990. 465 p.
- JAPIASSU, Hilton. *Interdisciplinaridade e patologia do saber*. Rio de Janeiro: Imago, 1976.
- KUHN, Thomas S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 1989.
- LENOIR, Y. Didática e Interdisciplinaridade: uma complementaridade necessária e incontornável. In: Fazenda, I. C. A. (Org.). **Didática e Interdisciplinaridade**. Campinas: Papirus, 2005.
- MANGINI, Fernanda Nunes Rosa. A Interdisciplinaridade nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Dissertação mestrado, Florianópolis, 2010.
- MENDES, Moisés. Sistemas de Alavancas. Disponível em: <http://www.moisesmendes.com.br/wp-content/uploads/2013/05/06-AULA-SISTEMAS-DE-ALAVANCAS.pdf>. Acesso em Dezembro de 2015.
- MIRANDA, Edalton. Bases de Anatomia e Cinesiologia. Rio de Janeiro: Sprint, 2000.
- MORIN, Edgar. *Educação e complexidade, os sete saberes e outros ensaios*. São Paulo: Cortez, 2005.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora UnB, 1999 a.
- PIERSON, A. H. C.; FREITAS, D. d ; VILLANI, A. ; FRANZONI, M. . **Uma experiência interdisciplinar na formação inicial de professores**. Interacções (Portugal), v. 4, p. 113-128, 2008. Disponível em: <<http://nonio.eses.pt/interaccoes/artigos/l6.pdf>>.
- PIETROCOLA, Maurício. Construção e Realidade: modernizando o mundo através da Física”. In: **Ensino de Física: Conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2001.
- SANTOMÉ, Jurjo Torres. **Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- THIESEN, Juarez da Silva. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Rev. Bras. Educ.**, Rio de Janeiro, v. 13, n.

39, p. 545-554, Dec. 2008 Disponível em:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-24782008000300010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782008000300010&lng=en&nrm=iso)>. acesso em 19 Out. 2015.

TOMAZETTI, E. *Estrutura conceitual para uma abordagem do significado da interdisciplinaridade*: um estudo crítico. UFSM, n. 10, p. 1-43, 1998.

OLIVEIRA, Aurélio Luiz de Dorival Dagnone Filho Guanis de Barros Vilela Júnior Marcus William Hauser. *Cinesiologia*. Disponível em:  
[http://www.cpaqv.org/cinesiologia/livro\\_cinesiologia\\_guanis.pdf](http://www.cpaqv.org/cinesiologia/livro_cinesiologia_guanis.pdf) . Acesso em 15 set. 2015.

RASCH, Philip J. *Cinesiologia e Anatomia Aplicada*. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1983.

RAMOS, Marise Nogueira. A educação profissional pela Pedagogia das Competências: para além da superfície dos documentos oficiais. *Educação & Sociedade*, Campinas: CEDES, v. 23, n. 80, p. 405-427, 2002.

SÁ, Alessandra Botignon de. PEDRÍLIO, Ana Vitória. BUSNARDO, Paola Martinelli. *Alavancas*. Disponível em:  
<http://www.sorocaba.unesp.br/Home/Extensao/Engenhocas/bazinga.pdf>. Acesso em 02 Fevereiro de 2016.

# ANEXOS

## Anexo 1

### CARACTERÍSTICAS DAS ALAVANCAS

O estudo acerca das características da alavanca remonta a história, haja vista, sua imprescindibilidade para o homem, pois segundo os estudos de Oliveira et. al., traduzem o processo histórico em que ela está inserida e sua respectiva utilização:

O homem desde os primórdios busca o conforto através da popularmente conhecida “lei do menor esforço”. Nossos ancestrais que habitavam cavernas se utilizavam de ossos de animais e pedaços de madeira para potencializar sua força durante a caça ou mesmo durante conflitos com outros povos. Algumas situações vistas em filmes nos chamam a atenção como a construção das pirâmides do Egito, onde a utilização de um plano inclinado facilitou o transporte de grandes rochas até locais mais elevados. OLIVEIRA et al (2011, p.96)

Dessa feita, pode se considerar, que os princípios da alavanca foram utilizados ao longo do tempo, proporcionando ao ser humano grandes conquistas em todas as funções que ele exercia utilizando-se de princípios da física, matemática entre outras formas de conhecimento. As alavancas ganharam fama a partir da célebre frase do matemático grego Arquimedes, no qual disse: “Dê-me um lugar para me firmar e um ponto de apoio para minha alavanca que eu deslocarei a Terra”.

#### Máquinas Simples

As alavancas são máquinas simples que remontam sua invenção a mais tenra antiguidade e que possuem por finalidades a multiplicação da força e o aumento do conforto de quem as utiliza. Essas finalidades são denominadas por Vantagem Mecânica das Alavancas, conforme Oliveira et al (2011, p.97).

#### Conceito de Alavanca

Pode-se conceituar a alavanca segundo Oliveira et al (2011, p.97), como uma peça ou barra rígida, a qual gira em torno de um ponto de apoio.

E continua a lição Oliveira e nessa haste atuam forças a certas distâncias do eixo.

No caso do corpo humano, as alavancas atuam de forma complexa, peça ou barra rígida é representada pelos ossos. De uma forma geral, todo movimento humano é consequência da geração de força por músculos que estão inseridos em ossos movimentados por articulações, constituindo as alavancas anatômicas ou bioalavancas.

Toda alavanca é constituída por três elementos que atuam na execução de um movimento ou mesmo na manutenção de um estado de equilíbrio. Tais elementos são denominados por Ponto de Apoio ou Fulcro, Força Motriz ou Potência e Resistência, sobre os quais especificamos a seguir:

Fulcro ou Ponto de Apoio (A): No corpo humano, este elemento corresponde as articulações, ao redor das quais giram os segmentos corporais.

Força Motriz ou Potência (F ou P): Corresponde ao esforço executado pelos músculos que através da contração são fundamentais para execução de um movimento (trabalho motor). A distância da Força Motriz ou Potência até o Ponto de Apoio é denominado por Braço da Potência. (OLIVEIRA et al 2011, p.97)

### Eixo, Força Aplicada ou Força de Ação e Força de Resistência

O eixo é um ponto fixo onde se encontra uma haste rígida e, com a aplicação de uma força nessa haste, a mesma pode girar em torno do eixo, dando origem a um torque. Na eminência da aplicação da força, ou seja, no momento em que uma força é aplicada na haste, surge outra força, contrária ao movimento, chamada força de resistência. (s/a,s/d/)

### Braço da força aplicada e braço de resistência

Na representação de uma alavanca, são identificados forças, de ação (aplicada) e de resistência, e o eixo fixo.

## Força e Torque

Vale mencionar a aplicação da força e do torque como elementos da física, segundo Almeida,

Ao trocar o pneu de um carro utilizamos uma chave (chave de rodas em formato de L) que, em contato com a porca que prende a roda e estando sob a ação da força aplicada por nós (força resultante/decomposição deve ser perpendicular ao braço da chave), produz a rotação da porca, permitindo-nos a retirada da roda e a troca do pneu.

A retirada da porca com a chave citada torna-se mais fácil à medida que aumentamos o “braço” da chave, exigindo-nos menor quantidade de força para que possamos executar um mesmo trabalho. Ações que executamos no cotidiano, como abrir uma porta, trocar o pneu de um carro utilizando uma “chave de rodas”, dentre outras circunstâncias, exigirá de nós menor quantidade de força se o braço da “alavanca” for aumentado. (ALMEIDA, 2015, p.01)

E resume da seguinte maneira Almeida:

A grandeza física associada ao movimento de rotação de um determinado corpo em razão da ação de uma força é denominada torque, ou seja, o torque é definido como o produto da força  $f$  aplicada em relação a um determinado ponto (polo) pela distância que separa o ponto de aplicação dessa força ao ponto (polo). Interpretaremos a expressão matemática  $T = F.d$  na qual  $T$  será positivo se a rotação ocorrer no sentido horário, pois se ocorrer no anti-horário, será negativo. (ALMEIDA, 2015, p.01)

Em relação aos conceitos e estudos acerca do tema em relação ao torque, cumpre destacar os apontamentos de Sá, Pedrílio e Busnardo:

Se for exercida uma força sobre um corpo que possa girar em torno de um ponto central, diz-se que a força gera um torque. Como o corpo humano se move por uma série de rotações de seus segmentos, a quantidade de torque que um músculo desenvolve é uma medida muito proveitosa de seu efeito. A magnitude de um torque está claramente relacionada à magnitude da força que o está gerando, mas um fator adicional é a direção da força em relação à posição do ponto central. A distância perpendicular do pivô à linha de ação da força é conhecida como braço de alavanca da força. Um método para calcular o torque é multiplicar a força ( $F$ ) que gerou pelo braço de alavanca ( $d$ ). (equação 1). (SÁ, PEDRÍLIO e BUSNARDO, 2013, p.7)

Equação 1 – Torque

$$T = F \times d$$

Nesse sentido dá se a análise do equilíbrio estático, conforme os autores Sá, Pedrílio e Busnardo destacam: "Um corpo está em equilíbrio estático quando a força resultante. E o momento resultante de todas as forças que atuam sobre ele for igual a zero.

Então tem a seguinte afirmação:

1ª condição de equilíbrio: a força resultante de todas as forças que atuam sobre o corpo deve ser igual a zero.

$$\mathbf{E F = 0}$$

Garante ausência de translação, tendo em vista a primeira condição de equilíbrio conclui-se que (equação 2):

Equação 2 - Soma nula de forças

$$\mathbf{F_{apoio} = F_a + F_b + p_{barra}}$$

2ª condição de equilíbrio: O momento resultante de todas as forças que atuam sobre o corpo em relação a qualquer eixo deve ser igual a zero.

$$\mathbf{E M = 0}$$

Enfim conforme tratam Sá Pedrílio e Busnardo,

O torque é a grandeza física que inclui o módulo, a direção e o sentido da força aplicada e também a distância do ponto de aplicação até o eixo. É essa grandeza que governa o movimento de rotação de um corpo extenso do mesmo modo que a força é a grandeza que governa o movimento de translação. (SÁ ,PEDRÍLIO e BUSNARDO, 2013, p.7)

Assim que se estabelece a força aplicada gera o movimento.

## Classificação da Alavanca

Alavanca é a barra sólida, rígida móvel do ponto de apoio. É submetida a duas forças: potência e resistência. Miranda, (2000, p.479).

Gomide, (2000, p.35) diz que uma máquina que opera sobre o princípio de uma barra rígida sob a influência de forças que tendem a rodá-la sobre seu eixo é chamada de alavanca.

Racsh, (1983, p.157) comenta que a classificação da alavanca da seguinte maneira: "Primeira classe têm o ponto de apoio situado entre a força e a resistência.

Em consequência, os dois braços da alavanca se movem-se em direções opostas, como num pé de cabra, num par de tesouras, ou numa gangorra". Miranda (2000, p.480) diz que se pode chamá-la de "alavanca de equilíbrio. A força necessária para vencer a resistência depende do comprimento dos braços de potência e resistência".

As de segunda classe, a resistência se encontra entre o ponto de apoio e a força. Nesse caso, sacrifica-se a velocidade para ganhar força, como ocorre, por exemplo, no carrinho de mão e no quebra nozes. Rasch, (1983,p.158). Pode ser chamada de alavanca de força; o braço da força potência (BP) é maior, produzindo uma potência elevada e um decréscimo no caminho percorrido. Miranda, (2000, p.483). As de Terceira classe, a força é aplicada entre o ponto de apoio e a resistência. Um exemplo comum está representado pela mola que fecha uma, porta de vaivém. Rasch, (1983,p.158).

## Vantagem mecânica

O termo segundo Konin, (2006, p. 23) da vantagem mecânica (VM) refere-se á eficiência de uma alavanca. Uma alavanca é considerada eficiente quando apenas um pequeno esforço é necessário para vencer uma grande resistência. Em outras palavras, o braço de força (BF) deve ser maior que o braço de resistência (BR). Isto é observado utilizando a seguinte fórmula:

Oliveira et al resume assim vantagem mecânica:



Pode ser definida como a razão (divisão) entre o braço da força motriz ou potência (Bf) e o braço da resistência (Br), podendo ser utilizada a relação a seguir:

$$V_m = B_f / B_r$$

Pelo fato dos braços serem medidos na mesma unidade (normalmente centímetros ou metros), a vantagem mecânica é uma grandeza física sem unidade (grandeza adimensional), sendo medida apenas por números.

A terminologia vantagem mecânica é utilizada para os casos em que o braço da força motriz ou potência (Bf) é maior que o braço da resistência (Br), resultando em um valor maior que 1 ( $V_m > 1$ ).

Para os casos em que o braço da força motriz ou potência (Bf) é menor que o braço da resistência (Br) a terminologia utilizada é 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 (Bf) e o braço da resistência (Br) tiverem o mesmo tamanho a vantagem mecânica será igual a 1. (OLIVEIRA, et al, 2011, p.103)

Dessa feita, pode se considerar que o princípio da alavanca aplica-se notoriamente em boa parte do corpo humano, especialmente quando os membros do corpo humano estão desenvolvendo algum tipo de movimento.

## Anexo 2

### APONTAMENTOS ACERCA DE OSSOS E MUSCULOS

#### Esqueleto e Ossos

Cássia comenta que o **esqueleto** é algo muito importante para o corpo humano.

É graças a ele e suas articulações que conseguimos andar, por exemplo, ou mexer os dedos das mãos. Os músculos que são responsáveis por produzir nossos movimentos só conseguem funcionar bem porque estão presos nos ossos. Outra função muito importante do esqueleto é proteger os órgãos vitais do nosso corpo, isso é, aqueles que são extremamente necessários para que permaneçamos vivos. Como exemplo tem o crânio que protege nosso cérebro, e a caixa torácica, formada pelas costelas, que protege o coração e os pulmões. (CÁSSIA, 2004, p.5)

Para ilustrar a importância o estudo noticiará a composição dos ossos e das articulações para verificar a sua aplicabilidade no princípio da alavanca.

#### Composição dos ossos

Miranda (2000, p. 42), diz que o tecido ósseo é formado por duas porções: orgânica e mineral. A orgânica apresenta o colágeno e a substância fundamental. O colágeno representa 95% da parte orgânica; contém aminoácidos de grande importância: hidroxiprolina e hidroxilisina. A mineral, confere a dureza e rigidez aos; inclui fosfato de cálcio (85%) carbonato de cálcio (10%) e pequenas quantidades de fluoreto de cálcio e fluoreto de magnésio.

#### Articulações

Segundo Rasch, (1983, p.34) a flexão de qualquer articulação ocorre quando um segmento corporal se move num plano ântero-posterior de maneira que sua superfície anterior ou posterior se aproxime da superfície anterior ou

posterior, respectivamente, de um segmento corporal adjacente. E ainda, menciona que as juntas são os locais onde os ossos se unem.

Existem juntas fixas, como as do crânio, e existem juntas móveis chamadas de articulações. "As articulações do nosso corpo governam amplamente os vários movimentos e direções dos segmentos corporais; elas precisam ser lubrificadas para proporcionar movimentos livres sem sofrer desgastes". Trata ainda, "no corpo humano, um tipo especial de tecido conjuntivo denso fornece a lubrificação protetora, a cartilagem articular". (MIRANDA, 2000, p.400)

Terminologia das ações articulares: Deve ser sempre empregada uma nomenclatura cinesiológica padrão. A "elevação do braço" tem diferentes conotações dependendo da posição do corpo, mas a "flexão da articulação do ombro" tem um significado preciso, independentemente da posição corporal. Ação articular observada: sobre os apontamentos analíticos, deve ser registrada a parte correspondente às "ações articulares" observadas, valendo-se de uma inspeção precisa do movimento. (OLIVEIRA, et al, 2011, p.103)

E, ainda continua oliveira, em relação ao torque gravitacional.

**Tendência da ação articular por forças externas:** O registro, nessa etapa, será determinado pela notificação da existência e direção das forças externas. O peso de um segmento corporal, juntamente com o peso de qualquer objeto ou equipamento externo superposto ou suspenso, iniciará um torque gravitacional dirigido para o centro da Terra.

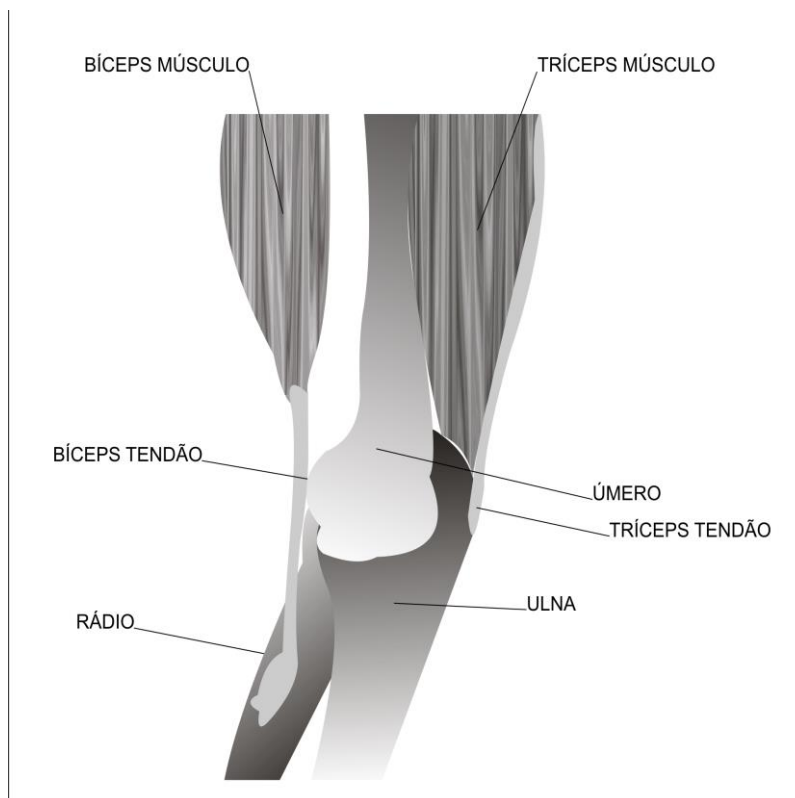
Quando o corpo de um atleta se move e colide com um objeto ou equipamento externo (futebol americano, futebol, lutas, saltos) tem que ser lembrado que o objeto, contra o qual se choca, transmite uma força igual em magnitude e em direção oposta à força aplicada pelo corpo do atleta, contra este mesmo objeto ou equipamento. (OLIVEIRA, et al, 2011, p.103)

Dessa feita, passa a serem abordados especificamente os tecidos musculares do braço objeto desse estudo.

### Tecido Muscular dos Membros Superiores

Os movimentos e as posturas dos animais, inclusive os nossos, são controlados por forças produzidas pelos músculos; o músculo é o único tecido capaz de produzir força.

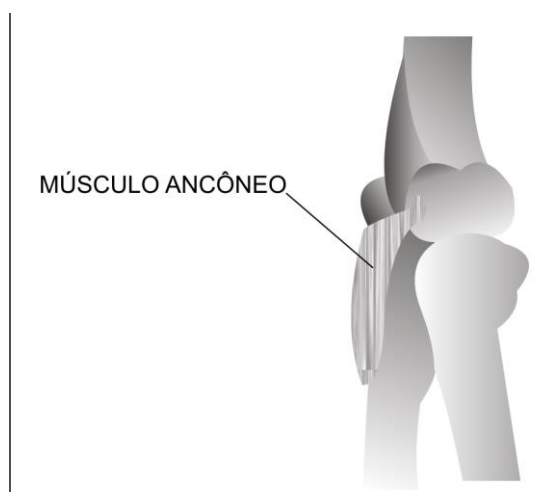
Importante músculo biarticular que apresenta três origens, são elas: a porção longa (na escápula); a porção lateral (da diáfise até o tubérculo maior); e a porção medial (dorso inferior do úmero). Sua inserção se dá através de um único tendão no olecrano da ulna. (Oliveira et al, 1983, p.57)



**Fonte:** (Oliveira et al 1983, p.58)

Sua ação é de motor primário da extensão do cotovelo.

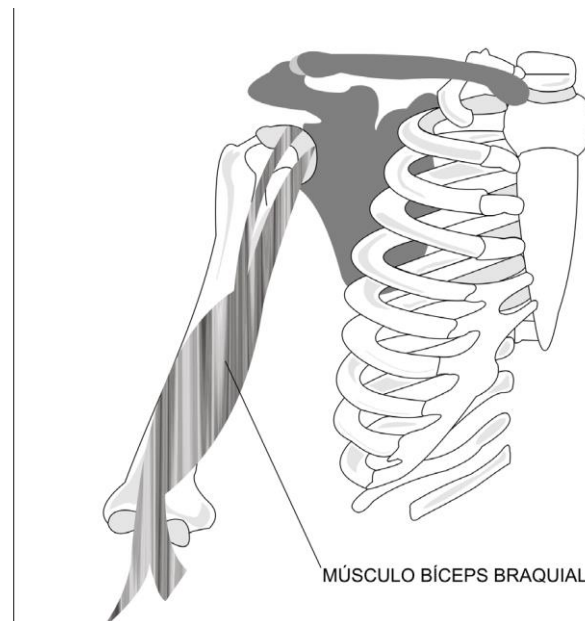
Ancôneo. O pequeno músculo ancôneo tem origem localizada no epicôndilo lateral do úmero e se insere no olecrano da ulna e 1/4 proximal da face posterior da diáfise da ulna.



**Fonte:** (Oliveira et al 1983, p.58)

Sua ação é de extensor do cotovelo, além de participar da pronação.

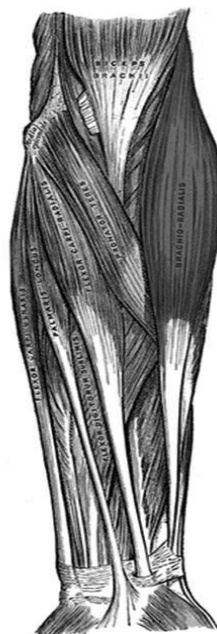
Bíceps Braquial. Importante músculo biarticular o bíceps braquial possui duas origens, a porção longa do mesmo tem origem na parte superior da cavidade glenoide; a porção curta, por sua vez, tem origem no processo coracoide da escápula



**Fonte:** (Oliveira et al 1983, p.59)

Sua inserção está localizada na tuberosidade do rádio. Na articulação do cotovelo, sua principal ação é a de flexão do mesmo, entretanto, na articulação Radioulnar auxilia na supinação.

Braquiorradial. O músculo Braquiorradial tem sua origem na crista supracondilar do úmero e no septo lateral. Sua inserção está localizada no processo estiloide do rádio

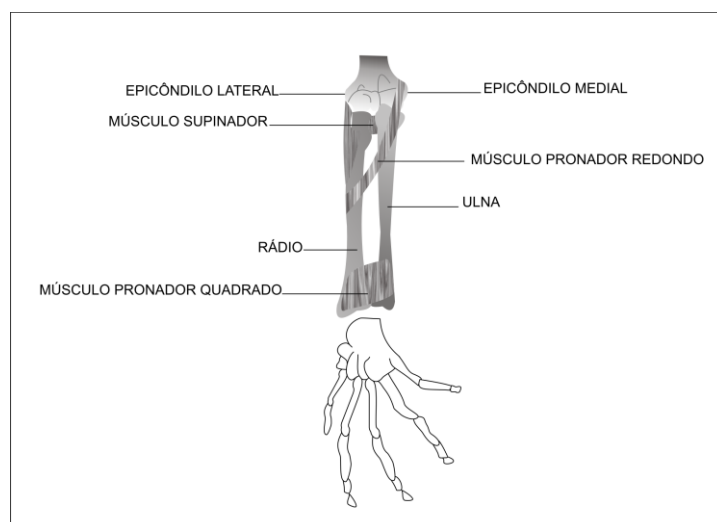


**Fonte:** (Oliveira et al 1983, p.59)

Sua principal ação é a de flexão do cotovelo, além de auxiliar na supinação.

Braquial. Localizado abaixo do bíceps braquial e com origem no terço médio do úmero e inserção na tuberosidade da ulna. Sua principal ação é a flexão do cotovelo.

Pronador Redondo. Situado abaixo do braquiorradial, o Pronador redondo tem origem no epicôndilo medial do úmero e processo coronoide da ulna. Sua inserção está localizada na superfície central lateral do rádio.



**Fonte:** (Oliveira et al 1983, p.60)

Músculos Pronador Redondo e Pronador Quadrado. Sua ação é de auxiliar a pronação na articulação Radioulnar e na flexão da articulação do cotovelo.

É importante ressaltar que optamos por destacar apenas os principais músculos que atuam na articulação do braço, como forma alavanca, uma vez que sob o ponto de vista dos conteúdos básicos da cinesiologia para a presente dissertação, interessam-nos mais os músculos que são responsáveis pelo movimento do braço, no qual, o presente estudo optou, no caso em tela, a alavanca.

### Propriedades Músculos Esqueléticos

O músculo é constituído segundo (s/a s/d) por um número muito grande de fibras, cujas células são capazes de se contraírem, quando estimuladas por impulsos nervosos que vêm do cérebro; eles são máquinas moleculares capazes de transformar a energia química, inicialmente derivada do alimento, em força. As propriedades dos músculos incluem: irritabilidade: a habilidade para responder a um estímulo. Condutividade: a habilidade para propagar uma onda de excitação. A contratilidade: a habilidade para modificar seu comprimento. Adaptabilidade: um crescimento e uma capacidade regenerativa limitados.

Brunnstron, (1997, p.83) elenca as características e as funcionalidades do músculo esquelético de modo bem completo: "Os músculos esqueléticos são compostos de fibras musculares que são organizadas em feixes. Cada feixe de fibras musculares é chamado fascículo. Os miofilamentos compreendem as miofibrilas, que por sua vez são agrupadas juntas para formar as fibras musculares".

E, ainda comenta "o comprimento de uma fibra muscular varia poucos milímetros (mm) a 60 ou 70 centímetros (cm), e o diâmetro de uma fibra muscular individual é de 50 a 100 micrômetros ( $\mu\text{m}$ )".

Em excelente síntese sobre o tema, Brunnstron, (1997, p.83) cada fibra "possui uma cobertura ou membrana, o sarcoplasma centenas de miofibrilas contráteis e outras estruturas importantes, tais como as mitocôndrias e o retículo sarcoplasmático, estão inclusas no sarcoplasma".

A miofibrila contrátil é composta de unidades, e cada unidade é denominada um sarcômero, a porção entre duas linhas Z. Uma característica importante das fibras musculares esqueléticas é o aparecimento de estriações (por essa razão, o músculo esquelético é muitas vezes chamado músculo estriado). As estriações são faixas alternadas claras e escuras de materiais refrativos à luz que, quando vistas ao microscópio, demonstram ser alternadamente faixas claras e mais escuras. Cada miofibrila, por sua vez, contém muitos miofilamentos são fios finos de duas moléculas de proteínas, actina (filamentos finos) e miosina (filamentos espessos). (BRUNNSTRON, 1997, p.85)

Para melhor compreensão, o presente estudo vai analisar como essa transmissão ocorre os comandos estabelecidos pelo sistema neurotransmissor.

### Neurotransmissão na Contração Muscular

A neurotransmissão acontece da seguinte maneira segundo Brunstronn,

Os neurônios enviam sinais de controle a outros neurônios (ou aos músculos) liberando pequenas quantidades de substâncias químicas chamadas neurotransmissores. Cada vez que um impulso nervoso chega a sinapse (do grego *synapsis* conexão), isto é, a junção entre nervos ou a junção entre um neurônio motor e conexão), isto é, a junção entre um neurônio motor e uma fibra muscular, neurotransmissores são liberados na sinapse. (BRUNNSTRON, 1997, p.94)

Cumprir destacar o papel da junção neuromuscular, Dias comenta:

Também denominada como “placa motora”, é o local de ligação entre as fibras nervosas e as fibras musculares. Como toda sinapse, esta apresenta componentes sinápticos específicos para que ocorra a transmissão. Estes componentes são os elementos pré-sináptico, fenda sináptica e elemento pós-sináptico. No caso de uma sinapse neuromuscular, o primeiro elemento é composto pela densidade pré-sináptica (que armazena vesículas sinápticas que comportam os neurotransmissores (acetilcolina), membrana pré-sináptica). (DIAS, 2010,p.4)

Portanto, é oportuno mencionar a sequência de eventos para a contração muscular:

Contração muscular: A energia que ativa estes movimentos está armazenada na cabeça, resultante do processo de clivagem do ATP. Após a inclinação da cabeça, o ADP+Pi é liberado deixando exposto o



local para que uma nova molécula de ATP se fixe, desligando a cabeça da actina. (DIAS, 2010,p.8)

Diante desses movimentos dos neurotransmissores é que se dá a complexidade do movimento dos músculos.

### Anexo 3

#### ALAVANCAS DO CORPO HUMANO

Nesse momento o estudo lança mão da abordagem acerca dos princípios da alavanca, voltados para o corpo humano com base nos estudos de Oliveira et al,

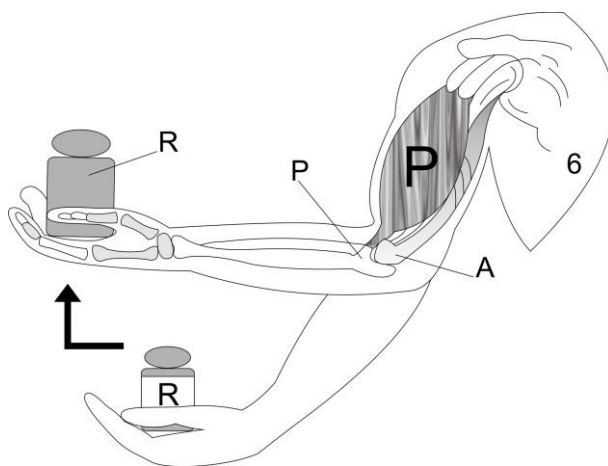
Toda alavanca é constituída por três elementos que atuam na execução de um movimento ou mesmo na manutenção de um estado de equilíbrio. Tais elementos são denominados por Ponto de Apoio ou Fulcro, Força Motriz ou Potência e Resistência, sobre os quais especificamos a seguir: Fulcro ou Ponto de Apoio (A): No corpo humano, este elemento corresponde as articulações, ao redor das quais giram os segmentos corporais. Força Motriz ou Potência (F ou P): Corresponde ao esforço executado pelos músculos que através da contração são fundamentais para execução de um movimento (trabalho motor). A distância da Força Motriz ou Potência até o Ponto de Apoio é denominado por Braço da Potência. Resistência (R): Representada pela carga a ser movimentada pela alavanca, podendo corresponder no movimento humano aos segmentos corporais, objetos desportivos como bolas, pesos, discos, dardos ou ainda a resistência de elementos como a água (trabalho resistente). Todos esses elementos podem ser combinados, dependendo do gesto desportivo. A distância da Resistência até o Ponto de Apoio é denominado por Braço da Resistência. (OLIVEIRA et al 2011, p.99)

Dependendo da sua função ou movimento executado, as alavancas são divididas em 3 classes, especificamente no corpo humano conforme a seguir:

Alavancas de Primeira Classe ou Interfixas (PAR) São caracterizadas pelo fato do fulcro (ponto de apoio) estar localizado entre a força motriz (potência) e a resistência. No corpo humano, tais alavancas podem ser exemplificadas pela movimentação dos músculos agonistas e antagonistas nas direções opostas em relação a uma articulação. Alavancas de Segunda Classe ou Interresistentes (PRA) São caracterizadas pelo fato da resistência estar localizada entre o fulcro (ponto de apoio) e a força motriz (potência). No corpo humano, são bastante raros os movimentos contemplados por essa alavanca. Alavancas de Terceira Classe ou Interpotentes (APR) São caracterizadas pelo fato da força motriz (potência) estar localizada entre o fulcro (ponto de apoio) e a resistência. No corpo humano esta alavanca atua na realização de muitos dos movimentos. OLIVEIRA et al (2011, p.100)

Cumprer destacar, que os movimentos utilizados pelo corpo humano dentro dessas características que o corpo possui, é sem dúvida os responsáveis pelas forças e resistências do corpo, dando a estabilidade necessária para que haja a realização daquilo que o corpo humano necessita operacionalizar, por meio dos ossos e músculos.

Rasch, (1983, p.156) trata de maneira bem didática o assunto quando menciona que "uma alavanca é uma barra rígida que gira sobre um ponto fixo denominado eixo ou ponto de apoio. A parte da alavanca que se encontra entre o ponto e a força aplicada denomina-se braço de força".



Fonte: **Figura 1** Oliveira et al, (2011, p.102)

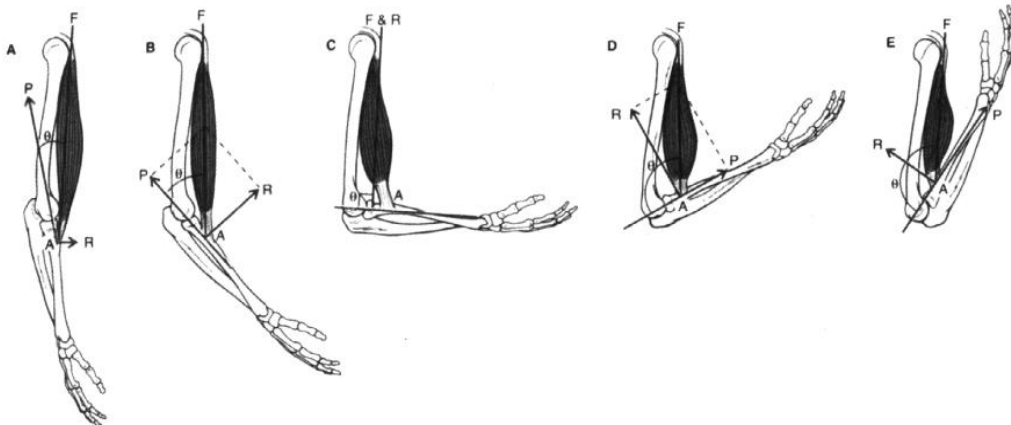
Segundo Miranda, (2000, p.477) "a contração do bíceps braquial produz um componente de força no cotovelo que pode tender a estabilizá-lo ou destacá-lo, dependendo do ângulo do cotovelo no momento da contração."

Cumprer destacar o efeito do ângulo de tração que segundo Rasch, (1983, p.159) quanto menor for o ângulo de tração, mais ampla e mais rápida será uma dada quantidade de contração muscular que desloca o osso". E, ainda, destaca que:

Considerando-se exclusivamente a força do músculo é de 90 graus já que nele toda a força do músculo atuará a fim de rodar a alavanca óssea em redor de seu eixo. Este é o único caso em que o braço de força é igual à distância perpendicular. Nos ângulos menores de 90 graus parte da força muscular atua no sentido de tracionar o osso longitudinalmente contra a articulação, aumentando assim a fricção da mesma, e reduzindo a quantidade de força disponível para a realização de um trabalho externo. (RASCH, 1983, p.160)

Comenta Rasch, (1983, p.160) que nos ângulos de maiores que 90 graus parte da força muscular tende a tracionar o osso para fora da articulação, reduzindo também a quantidade de trabalho externo. Como consequência, com ângulos de tração pequenos, só se consegue aumentar a amplitude e a velocidade do movimento sacrificando a força, e o movimento real obtido com ângulos diferentes de 90 graus é resultante de duas forças.

Como exemplo Rasch destaca o bíceps que ao atuar sobre o cotovelo, onde a articulação está flexionada num ângulo menor do que 90 graus, o componente estabilizador tende a tracionar o externo da alavanca óssea para fora da articulação, diminuindo assim, sua estabilidade.



Fonte: (RASCH, 1983, p.161)

Além disso, vale a pena ressaltar, que o efeito do ângulo de resistência é quando um objeto se move, a resistência que deve superar é geralmente a força da gravidade. "Esta força é sempre exercida verticalmente para baixo, desde o centro de gravidade do objeto. Como um músculo se contrai e se move um objeto através do espaço, o ângulo de resistência da força se modifica constantemente". (RASCH, 1983, p.161)

Como consequência, é necessário efetuar dois cálculos antes de se estabelecer a força requerida em cada fase do movimento. Suponha-se que um levantador de peso mova um haltere de 100 libras (45Kg). A distância perpendicular entre o eixo e a interseção do bíceps é de 2 polegadas (5cm); o ângulo de tração dos flexores do cotovelo é de 75 graus; a distância do eixo ao peso é de 14 polegadas (32,5cm) e o ângulo entre o antebraço e a linha de gravidade do haltere é de 82 graus. O torque desenvolvido por este peso é igual à quantidade de peso de (100 libras) (45Kg) multiplicada pelo seno do ângulo do peso ( $\text{sen } 82^\circ = 0,99027$ ), pela longitude do braço de resistência (14 polegadas) (35,5cm); ou seja, 1,386,38 polegadas-libras (16Kgm). A isto, deve-se juntar a força do torque desenvolvida pelo peso do antebraço-digamos 25 polegadas de libras dando uma força total de torque de 1.411,38 polegadas libras (16,3Kgm). (RASCH, 1983, p.162)

Aplicando a fórmula

$$f = \frac{\text{torque de resistência}}{\text{braço de força}}$$

Comprovaremos que a força de contração necessária para compensar este torque é de 705,5 polegadas-libras (85Kgm). Esta é a força é a força rotatória que deve ser produzida pelo músculo, ao tracionar num ângulo de 75 graus. É agora necessário determinar a força total de contração que está requerida substituindo as magnitudes conhecidas na fórmula. (RASCH, 1983, p.162)

$$f = F \times \text{seno do ângulo de tração}$$

$$705,5 = F \times 0,966$$

$$F = \frac{705,5}{0,966}$$

$$= 730,33$$

$$= 703,33 \text{ libras (331 Kg aproximadamente)}$$

Em síntese segundo Rasch, vários músculos atuam ao mesmo tempo sobre uma articulação, requerendo esta situação cálculos muito complexos. Geralmente as distâncias dos eixos, o ângulo de tração do músculo e o peso dos segmentos do corpo não podem ser determinados com precisão. E, para bem compreender o cálculo Rasch, (1983, p.162) exemplifica do seguinte modo:

Quando um homem de 170 libras (77Kg) de peso leva com as pernas estendidas o peso morto de 200 libras (90 Kg), as forças que integram o peso levantando, o peso da metade superior do corpo e a contração dos músculos profundos da espinha geram uma reação teórica de 2.071 libras (900Kg) sobre o disco lombossacral, embora certos mecanismos de compensação do tronco reduzam esta força a 1.483 libras (662 Kg). Exemplos deste tipo esclarecem o motivo pelo qual tais movimentos provocam às vezes traumatismos graves, e destacam a necessidade de uma mecânica corporal adequada.

A complexidade e o conhecimento multidisciplinar que exige essa matéria são notórios, pois o envolvimento dos músculos, ossos, tendões, alavancas, princípios da física, matemática, biologia, educação física, fisioterapia entre tantas outras, dá uma dimensão ao tema surpreendente e apaixonante cientificamente falando.

## Anexo 4

### A INTERDISCIPLINARIDADE: UMA ABORDAGEM HISTÓRICA

Nesse capítulo tratar-se-á a interdisciplinaridade, nos quais, envolvem a disciplina de física e os princípios da alavanca do corpo humano, especificamente o braço, com as demais áreas do conhecimento e as relações dialógicas que isso proporciona.

A palavra interdisciplinaridade surge no final da década de 1960, em documentos e relatórios de pesquisas encomendadas pela Organização de Cooperação para o Desenvolvimento Econômico (OCDE). Seu surgimento é justificado pela diagnosticada “patologia do saber”, situada nos espaços acadêmicos, escolares e científicos. A “patologia do saber” consiste, fundamentalmente, na fragmentação e especialização das disciplinas científicas. (MANGINI, 2010, p.58)

Nessa dimensão histórica pode-se constatar que a interdisciplinaridade surge como uma resposta a um sistema de ensino que não atendia as necessidades e que não respondia aos anseios já em um passado distante.

A origem da interdisciplinaridade é uma resposta às críticas decorrentes do modelo de ciência cartesiano, característico da disciplinaridade restrita e da monodisciplinaridade, significadas como uma estratégia de organização histórico-institucional da ciência, baseada na fragmentação do objeto e na especialização do sujeito científico, que acontecem a partir do século XVI e constituem a ciência moderna. (MANGINI, 2010, p.58)

Essa resposta foi e é uma tentativa de repensar as teorias que são estabelecidas por meio de paradigmas. De acordo com Almeida Filho:

O paradigma cartesiano, que implica uma série de operações de decomposição do objeto em partes simplificadas, validaria os modelos explicativos de novos modos de produção de conhecimentos, pois o conhecer reduziria o objeto a seus componentes elementares em um processo de simplificação reducionista. O paradigma cartesiano, por buscar transparência e publicidade, tem sido sempre associado ao modo de explicação que, neste caso, mostra como se reconstrói o objeto, conhecido por meio da fragmentação de sua natureza e de sua determinação. (ALMEIDA FILHO, 2000, p.35)

Esses registros históricos são necessários para conhecer como o pensamento vem se alicerçando dentro das ciências e ainda, de que modo, isso contribuiu para novos pensamentos e novas teorias serem implantadas.

"Além disso, compreende não mais uma busca da análise, entendida como desintegração, mas uma busca da síntese que contemple uma integração totalizadora". (MANGINI, 2010, p.59)

Dentro desse contexto começam a surgirem os novos pensamentos e novas atitudes dentre os quais, cumpre destacar a interdisciplinaridade.

É dessa perspectiva que deriva grande parte das ideias veiculadas no momento atual sobre interdisciplinaridade. Assim sendo, começa-se a falar em objetos complexos, que significam aqueles que não se subordinam a uma aproximação meramente explicativa, por serem indisciplinados, e em uma ciência pós-normal ou pós-moderna, como sugerem Maturana e Varela. Tais autores colocam que o objeto é, também, a compreensão que o cientista possui sobre o problema, fomentando noções sobre complexidade e de integração entre diferentes dimensões e saberes. (MANGINI, 2010, p.59)

Essa histórica crise paradigmática desencadeia uma nobre teoria, e novos pensadores começam a estabelecer novas posturas diante das ciências, chamados paradigmas emergentes.

O que se pode afirmar no campo conceitual é que a interdisciplinaridade será sempre uma reação alternativa à abordagem disciplinar normalizadora (seja no ensino ou na pesquisa) dos diversos objetos de estudo. Independente da definição que cada autor assuma, a interdisciplinaridade está sempre situada no campo onde se pensa a possibilidade de superar a fragmentação das ciências e dos conhecimentos produzidos por elas e onde simultaneamente se exprime a resistência sobre um saber parcelado. (TOMAZETTI, 1998, p. 13)

Cabe destacar que esse princípio é inerente da interdisciplinaridade, de ser um saber que busca a não fragmentação do conhecimento, busca a completude a integração e não isola o conhecimento em especificidades.

Dessa feita, vale citar o que comenta o autor:

O professor, na perspectiva da interdisciplinaridade, não é um mero repassador de conhecimentos, mas é reconstrutor juntamente com seus alunos; o professor é, conseqüentemente, um pesquisador que possibilita aos alunos, também, a prática da pesquisa. (TOMAZETTI, 1998, p. 13)

E ainda, comenta Japiassu:



Do ponto de vista integrador, a interdisciplinaridade requer equilíbrio entre amplitude, profundidade e síntese. A amplitude assegura uma larga base de conhecimento e informação. A profundidade assegura o requisito disciplinar e/ou conhecimento e informação interdisciplinar para a tarefa a ser executada. A síntese assegura o processo integrador. (JAPIASSU, 1976, p.66)

Essa é uma das multi particularidades da interdisciplinaridade, ser capaz de problematizar a teoria a ser tratada e dar condições ao aluno de ser protagonista nessa relação dialógica e não fragmentar o conhecimento e sim relacionar ele com outras áreas do conhecimento.

Fica evidente a importância da disciplina quando o assunto é a interdisciplinaridade. A disciplina e a interdisciplinaridade não podem ser apreendidas separadamente. Ambas são pares opostos e complementares de uma mesma totalidade epistêmica. Cada qual contém em si os traços de especificidade e de generalidade. As disciplinas se constituíram historicamente em relação umas com as outras. O sentido da existência de uma disciplina justificasse apenas pela existência de outra. Seja direta ou indiretamente, as disciplinas dialogam, compartilham, dividem e distinguem-se mutuamente. (MANGINI, 2010, p.62)

Dessa feita, vale mencionar os estudos trazidos Japiassu, no que se refere à incorporação de resultados de várias especialidades.

Podemos dizer que o papel específico da atividade interdisciplinar consiste, primordialmente, em lançar uma ponte para ligar as fronteiras que haviam sido estabelecidas anteriormente entre as disciplinas com o objetivo preciso de assegurar a cada uma seu caráter propriamente positivo, segundo modos particulares e com resultados específicos. (JAPIASSU, 1976, p. 75)

E ainda, seu papel especial está em estabelecer uma ponte entre os saberes, desenvolvendo as suas particularidades na busca da integração com o todo. A complexidade assume um importante papel nessa relação, no qual proporciona uma integração dos saberes.

O pensamento complexo nasce em oposição ao pensamento simplificador, reducionista. Em seus estudos, Morin (1999), declara que as bases do pensamento complexo estão presentes desde a antiguidade, com o pensamento chinês sobre a relação dialógica (complementar e antagônica) entre o yin e o yang, essa união dos contrários, segundo Lao Tsé. (MANGINI, 2010, p.62)

Diante desse contexto em que o conhecimento é tecido em teias, ou seja, não isolado, mas complementar, começa a despontar uma nova direção como pensar e repensar o conhecimento, na busca se estabelecer a reconstrução do conhecimento unindo diversas áreas do conhecimento, na perspectiva da complexidade. Além disso, a dimensão que a complexidade propõe, ela abre as portas para que na perspectiva epistemológica a interdisciplinaridade, seja o caminho para a interação complexa das disciplinas.

A perspectiva epistemológica da interdisciplinaridade não pressupõe unicamente a integração, mas a interação das disciplinas, de seus conceitos e diretrizes, de sua metodologia, de seus procedimentos, suas informações na organização do ensino, enfim, traz a ideia da não globalização dos conteúdos simplesmente, mas, sobretudo, de trabalhar as diferenças, criando a partir disso novos caminhos epistêmicos e metodológicos como forma de compreender e enriquecer conhecimentos sobre as mais diversas áreas do saber. (AZEVEDO e ANDRADE, 2007, p.5)

O Caminho da epistemologia abre um horizonte de diálogos com outros saberes na busca de cada vez mais, dialogar com outras áreas, pois essa metodologia do saber se norteia pela integralidade dos saberes.

A superação dos limites que encontramos na produção do conhecimento e nos processos pedagógicos e de socialização exige que sejam rompidas as relações sociais que estão na base desses limites. No plano epistemológico (das relações sujeito/objeto), mediadas pela teoria científica que dá sustentação lógica a essa relação, a interdisciplinaridade precisa, acima de tudo, de uma discussão de paradigma, situando o problema no plano teórico-metodológico. (AZEVEDO e ANDRADE, 2007, p.5)

Eis, um dos paradoxos que se deve enfrentar, com muita insistência e perseverança abandonar a visão fragmentada que o positivo impregnou nas ciências, e isso deve ser repensado e reconstruído, pois não é mais suficiente para atender as exigências das novas diretrizes escolares e isso se dá pela mudança de paradigmas.

Japiassu (1976, p. 97) faz esta constatação quando destaca:

A nosso ver, foi uma filosofia das ciências, mais precisamente o positivismo, que constituiu o grande *veículo* e o *suporte* fundamental dos obstáculos epistemológicos ao conhecimento interdisciplinar, porque nenhuma outra filosofia estruturou tanto quanto ela as relações dos cientistas com suas práticas. E sabemos o quanto esta estruturação foi marcada pela compartimentação das disciplinas, em nome de uma exigência metodológica de demarcação de cada

*objeto* particular, constituindo a *propriedade privada* desta ou daquela disciplina.

Nesse sentido, a interdisciplinaridade possui esse caráter de repensar o pensamento.

A interdisciplinaridade é o elo que possibilita o estabelecimento de inúmeras relações das disciplinas com a realidade, num processo recíproco de aprendizagens múltiplas e intermináveis. Assim, professor e aluno deverão estabelecer diferentes interconexões entre a epistemologia dos conhecimentos e o mundo que os cerca, a fim de exercitar cotidianamente seus saberes e as relações entre teoria e prática. (AZEVEDO e ANDRADE, 2007,p.5)

E ainda, auxilia na relação direta entre a teoria e prática, proporcionando uma relação de ensino e aprendizagem mais efetiva. Assim, Azevedo e Andrade, contribuem para esse pensamento quando mencionam alguns passos fundamentais tais como: "é um processo de desestruturação situacional do prévio, do possuído e do conhecido, para buscar uma nova estruturação do pensamento". É necessária a passagem do pensamento linear lógico-formal para o pensamento dialético, em que se efetivem:

- as contradições dos fenômenos;
- as relações múltiplas dos saberes;
- a problematização da rivalidade;
- a busca pela integração do pensar + fazer e/ou fazer + pensar;
- o processo contínuo de ação — reflexão — ação;
- a superação da dependência, da passividade e da rivalidade;
- a autonomia, a ação reflexiva e a cooperação. (AZEVEDO e ANDRADE, 2007,p.5)

Nesse sentido, conforme comentam Azevedo e Andrade, (2007, p. 5):

Há inúmeros desafios que precisam ser analisados. Dentre eles, destacamos a importância de os professores, nas suas práticas, ao elaborarem seus planejamentos de ensino, buscarem estabelecer: a interconexão dos objetivos; as interfaces dos conteúdos; a interação dos objetivos e os conteúdos por meio de atividades criativas, críticas e emancipatórias. (AZEVEDO e ANDRADE, 2007,p.5)

São essas atitudes capazes de instrumentalizar os saberes necessários para uma educação, que seja capaz, de transformar a realidade em que a escola, o aluno, e o professor estão inseridos.

Assim, ao integrar o conhecimento escolar com os conceitos científicos, procedimentos, valores e atitudes sociais, há um movimento espiral, contínuo e permanente dos conteúdos. As ideias são consideradas fundamentais para compreender como os marcos curriculares inseridos nos PPPs (Projetos Políticos Pedagógicos) das escolas devem estar em consonância com a finalidade educativa, a filosofia da escola e, dentre outras coisas, com a interlocução dos conteúdos, objetivos e metodologia contemplados pelo trabalho docente por meio de atividades de ensino. (AZEVEDO e ANDRADE, 2007, p.5)

Essa integração é fundamental na execução do Projeto Político Pedagógico que a escola está inserida, e ainda, mais com os parâmetros curriculares.

Essa prática interdisciplinar dialógica configura-se de forma dialética, emergindo a relação mudança-resistência à mudança ao próprio trabalho que está sendo vivenciado, exigindo transformações radicais nas relações de trabalho que contribuirão para a autonomia dos diferentes profissionais de ensino nas realidades escolares. (AZEVEDO e ANDRADE, 2007,p.5)

A implementação de uma ação interdisciplinar implica, então (AZEVEDO e ANDRADE, 2007, p.5):

:

- perda da acomodação;
- lançar-se ao novo;
- reformulação da estrutura de ensino das diferentes disciplinas;
- transformação do trabalho pedagógico;
- novos encaminhamentos na área de formação de professores.

Esses passos vão levar a caminhos novos, rumo a saberes que edificam e transformam a realidade da escola.

É pela vivência grupal que a interação entre as pessoas possibilitará o processo de desestruturação situacional do previsto, do possuído, do certo, do conhecido, para a busca de uma nova forma de se pensar e fazer ensino, permitindo a apropriação e o desenvolvimento do pensamento dialético por meio de novas sínteses e ações, do intercâmbio de informações, e de experiências vitais. (AZEVEDO e ANDRADE, 2007, p.5)

Esses espaços vivenciais são de grande valia para a autonomia do saber, pois essas interações que a interdisciplinaridade possibilita é que transforma o conhecimento e por consequência as ações.

A escola, como lugar legítimo de aprendizagem, produção e reconstrução de conhecimento, cada vez mais precisará acompanhar as transformações da ciência contemporânea, adotar e simultaneamente apoiar as exigências interdisciplinares que hoje participam da construção de novos conhecimentos. A escola precisará acompanhar o ritmo das mudanças que se operam em todos os segmentos que compõem a sociedade. O mundo está cada vez mais interconectado, interdisciplinarizado e complexo. (THIESEN, 2008, p.10)

Essa nova postura assumida pela escola, deve ser pautada pela pesquisa na reconstrução de novos conhecimentos e a interdisciplinaridade é o caminho que pode ajudar a chegar nessa dimensão. Pedro Demo (2001) em especial a sua obra educar pela pesquisa destaca a importância da interdisciplinaridade no processo de ensino e aprendizagem quando propõe que a pesquisa seja um princípio educativo e científico.

Segundo Thiesen, (2008, p.10) "disseminar informação, conhecimento e patrimônios culturais é tarefa fundamental, mas nunca apenas os transmitimos. Na verdade, reconstruímos". Por isso mesmo, a aprendizagem é sempre um fenômeno reconstrutivo e político, nunca apenas reprodutivo.

Para Paulo Freire, a interdisciplinaridade é:

O processo metodológico de construção do conhecimento pelo sujeito com base em sua relação com o contexto, com a realidade, com sua cultura. Busca-se a expressão dessa interdisciplinaridade pela caracterização de dois movimentos dialéticos: a problematização da situação, pela qual se desvela a realidade, e a sistematização dos conhecimentos de forma integrada. (FREIRE, 1983, p.32)

Sempre a interdisciplinaridade vai estar aliada com a realidade, visando a integração cultural da mesma.

De todo modo, o professor precisa tornar-se um profissional com visão integrada da realidade, compreender que um entendimento mais profundo de sua área de formação não é suficiente para dar conta de todo o processo de ensino. Ele precisa apropriar-se também das múltiplas relações conceituais que sua área de formação estabelece com as outras ciências. (THIESEN, 2008, p.11)

Essa visão exigida em que o professor deseja atuar dentro da interdisciplinaridade é necessário que tenha conhecimento profundo de sua área de das demais também, ou seja, que seja capaz de relacionar-se com as outras áreas do conhecimento, e assim ser capaz de reconstruir o conhecimento.

Para Thiesen "só haverá interdisciplinaridade no trabalho e na postura do educador se ele for capaz de partilhar o domínio do saber, se tiver a coragem necessária para abandonar o conforto da linguagem estritamente técnica e aventurar-se num domínio que é de todos e de que, portanto, ninguém é proprietário exclusivo", ou seja, o aluno passa a ser não mero ouvinte, mas protagonista na relação dialógica do conhecimento. Thiesen, (2008, p.11)

E, ainda, continua Thiesen "não se trata de defender que, com a interdisciplinaridade, se alcançaria uma forma de anular o poder que todo saber implica (o que equivaleria a cair na utopia beata do sábio sem poder), mas de acreditar na possibilidade de partilhar o poder que se tem, ou melhor, de desejar partilhá-lo. Thiesen, (2008, p.11)

É importante enfatizar que a interdisciplinaridade supõe um eixo integrador com as disciplinas de um currículo, para que os alunos aprendam a olhar o mesmo objeto sob perspectivas diferentes. A importância da interdisciplinaridade aponta para a construção de uma escola participativa e decisiva na formação do sujeito social. O seu objetivo tornou-se a experimentação da vivência de uma realidade global, que se insere nas experiências cotidianas do aluno e do professor. (FORTES, 2001, p.9)

"O valor e a aplicabilidade da Interdisciplinaridade, portanto, podem-se verificar tanto na formação geral, profissional, de pesquisadores, como meio de superar a dicotomia ensino-pesquisa e como forma de permitir uma educação permanente". (FAZENDA, 1992, p.49)

Nesse sentido, cumpre destacar como os programas curriculares que estão estabelecidos ao longo do tempo e suas respectivas características dentro da interdisciplinaridade.

## A Interdisciplinaridade, Os Parâmetros Curriculares Nacionais e a Política Educacional Brasileira

Os parâmetros curriculares podem ser analisados historicamente com base nos estudos de no que trata:

Os PCN tiveram origem no contexto de um conjunto de medidas, propostas por Organismos Multilaterais, para reforma dos sistemas educacionais dos mais diversos países do mundo, principalmente daqueles que não atingiram determinados patamares de cobertura e qualidade educacional, como o Brasil. Entre essas medidas, citamos a ênfase na educação básica e média, a descentralização da gestão

educacional, as reformas curriculares e a implantação de sistemas de avaliação com base no desempenho individual. Os PCN fazem parte das medidas de reforma curricular, conduzidas no pleno desenvolvimento da reforma do Estado nos anos de 1990, pelo governo Fernando Henrique Cardoso (1995-2002). (MANGINI, 2010, p.95)

Nesse momento histórico percebe-se um avanço nas diretrizes curriculares com a mentalidade de dar educação novos rumos a educação no Brasil. E, esses novos rumos foram alicerçados por uma série de ações conjuntas que desencadearam uma série de planos que reformularam os planos da educação entre eles cabe destacar: A teoria da empregabilidade, no qual tratava:

A TCH (Teoria do Capital Humano) estabelece uma relação direta entre educação e produtividade, estreitando os vínculos entre educação e trabalho. Possui duas versões: uma clássica, de acordo com o contexto do seu surgimento nos anos de 1960, e outra atualizada, nos moldes neoliberais dos anos de 1990. Na versão clássica, a educação está diretamente relacionada ao pleno emprego e o tempo de escolarização está diretamente relacionado ao aumento da renda e ao desenvolvimento econômico. Quando a TCH surgiu, ocorriam maciços investimentos no Estado de bem-estar social. A teoria fomentava e justificava os investimentos em educação e saúde pela correspondência estabelecida entre a elevação do nível de escolaridade e o crescimento econômico. (MANGINI, 2010, p.97)

Dessa feita, essa ideologia pautava-se como o discurso da educação como reforço para a empregabilidade, no qual recebem as seguintes ponderações:

Ao tomar como referencial uma teoria que relaciona a educação estritamente ao trabalho, os programas educacionais e os currículos tendem para uma formação minimalista, radicalmente oposta à propalada missão de construir um currículo integral e interdisciplinar. - Nessa perspectiva, o princípio da interdisciplinaridade funciona como simulacro de uma formação sólida e crítica. Além disso, a nova versão da TCH sustenta que educação e desemprego, educação e distribuição regressiva da renda social e educação e pobreza podem coexistir naturalmente. Vamos observar esse discurso presente nos eventos, relatórios e nas declarações dos Organismos Multilaterais, demarcando claramente a responsabilidade do indivíduo no cultivo de suas habilidades e competências para criar, alcançar e manter um posto no mercado de trabalho (GENTILI, 2002, p.40).

Em relação às pedagogias do aprender a aprender, nos quais apoiam-se na tese de que vivemos na "sociedade do conhecimento".

Mangini, para colaborar com essa reflexão diz que esse modelo carrega uma série de implicações tais como:

As teses da “sociedade do conhecimento” operam um deslocamento do foco nas transformações produtivas para a cultura, a formação e a educação do indivíduo. A transição da sociedade industrial para a “sociedade do conhecimento” traz a exigência de maior preparação em termos de educação e formação, diferentemente do período anterior do taylorismo/fordismo. (MANGINI, 2010, p.100)

Esse modelo recebe várias críticas, pelo fato de que o país que o absorve, precisa ter uma estrutura sólida e isso. Não é o caso do Brasil. Assim, surge o modelo das competências

A noção de competência carece de conceitos e definições consensuais, caracterizá-la por tipos de saber, apontando para a sintonia dessa noção com tipos específicos de saber. De maneira geral, o modelo de competências articula a palavra “saber” a uma ação ou a um verbo da ação. Essencialmente, a forma sistemática das competências mobilizadas consiste no trio: saberes, saber-fazer e saber ser. Pertencem ao registro dos saberes os conhecimentos profissionais de base (informática, contabilidade, expressão oral e escrita). (MANGINI, 2010, p.100)

Desse modo, apresenta ainda, o modelo fragmentador:

A competência constitui a afirmação das potencialidades individuais e a negação das potencialidades sociais. A ideologia das competências, pela sua conotação individual, tende a despolitizar as relações sociais. Dessa maneira, contribui para a fragilização dos direitos dos trabalhadores, inclusive, para a fragmentação das negociações coletivas e lutas sociais. (MANGINI, 2010, p.100)

Em excelente síntese sobre a matéria Ramos, faz a seguinte assertividade a respeito desse modelo.

A noção de competência é, então, apropriada ao processo de despolitização das relações sociais e de individualização das reivindicações e das negociações. As relações coletivas não se esgotam, posto que o trabalho continua sendo uma relação social e o homem continua vivendo em sociedade, mas elas se pautam cada vez menos por parâmetros coletivos e políticos, para se orientarem por parâmetros individuais e técnicos. (RAMOS, 2002, p. 412).

O relatório Delors, tal como ficou conhecido, articulou um conjunto de reformas, orientações, experiências e princípios considerados adequados à educação para o século XXI no qual destaca-se dois pontos.



a) global e local – constituição de uma cidadania mundial sem a perda dos referenciais comunitários e nacionais; b) universal e singular – mundialização da cultura sem a perda das potencialidades individuais, das tradições, das culturas locais. A principal tarefa da educação é fazer frutificar os talentos e desabrochar as potencialidades criativas, desde que com a necessária contrapartida da responsabilização de cada um pela realização do seu projeto pessoal; (MANGINI, 2010, p.117)

Mangini (2010, p.123) sintetiza que nessa linha de pensamento, a concepção abrangente e generalizadora de interdisciplinaridade, esboçada pela Comissão, vai além das relações entre as disciplinas. "As exemplares experiências interdisciplinares dizem respeito à busca da convergência e da complementaridade entre diferentes saberes (práticos, cognitivos, sociais), espaços (trabalho, lazer, família, comunidade) e tempos educativos (ao longo de toda a vida)".

A interdisciplinaridade contribuiria na busca por essa coerência, instigando as relações entre as várias dimensões e instituições da vida humana, por meio da construção contínua da pessoa, do seu saber e de suas aptidões. Os indivíduos e a sociedade precisam corresponder às exigências das novas relações produtivas e de trabalho, bem como compreender e resolver os seus próprios problemas sociais. (MANGINI, 2010, p.123)

Esses são os nobres desafios da educação, que já precisam ser uma realidade implantada na escola, para que seus frutos possam ser colhidos. De acordo com o que está escrito nos PCNEM, a interdisciplinaridade consiste, no qual cumpre destacar três:

a) na possibilidade de relacionar as disciplinas em atividades ou projetos de estudo, pesquisa e ação; b) no diálogo permanente com outros conhecimentos. Esse diálogo pode ser de questionamento, de confirmação, de complementação, de negação; c) no procedimento necessário para dar conta de temas complexos; (MANGINI, 2010, p.163).

Em síntese o papel do PCNEM é ter o princípio da interdisciplinaridade dessa maneira:

O princípio da interdisciplinaridade à luz dos fundamentos do conceito, tendo como base as tendências humanista, social-crítica e da complexidade. Porém, destacamos a aproximação dessas tendências no plano teórico, ou seja, humanismo e complexidade exigindo mais atenção de nossa parte. Independentemente disso, prevalece a

influência humanista de interdisciplinaridade na elaboração do documento, desde a defesa do princípio para a resolução de problemas sociais até a vinculação predominantemente instrumental do conceito, isto é, sua ligação com a experiência, a ação, a vivência. Entendemos ser o principal legado dessa tendência nos PCNEM o apelo a um sujeito (professor e alunos) e a uma subjetividade (disposição, abertura, flexibilidade) que acabam eliminando o objeto do conhecimento. (MANGINI, 2010, p.192)

Essa é razão dessa dissertação navegar pelo conhecimento rompendo paradigmas na busca de incertezas que levam a complementar o conhecimento, de tal modo, que os alunos sejam os construtores do saber e ao ministrar a aula de física, especificamente sobre a alavanca pode-se constar o quanto é possível interagir com outras áreas, como a biologia, educação física, medicina e outras áreas é uma relação em que o professor é um facilitador do conhecimento, instrumentaliza a disciplina como meio de conhecer de maneira profunda e complexa um assunto aparentemente simples, mas que ganha contornos científicos emancipatórios.