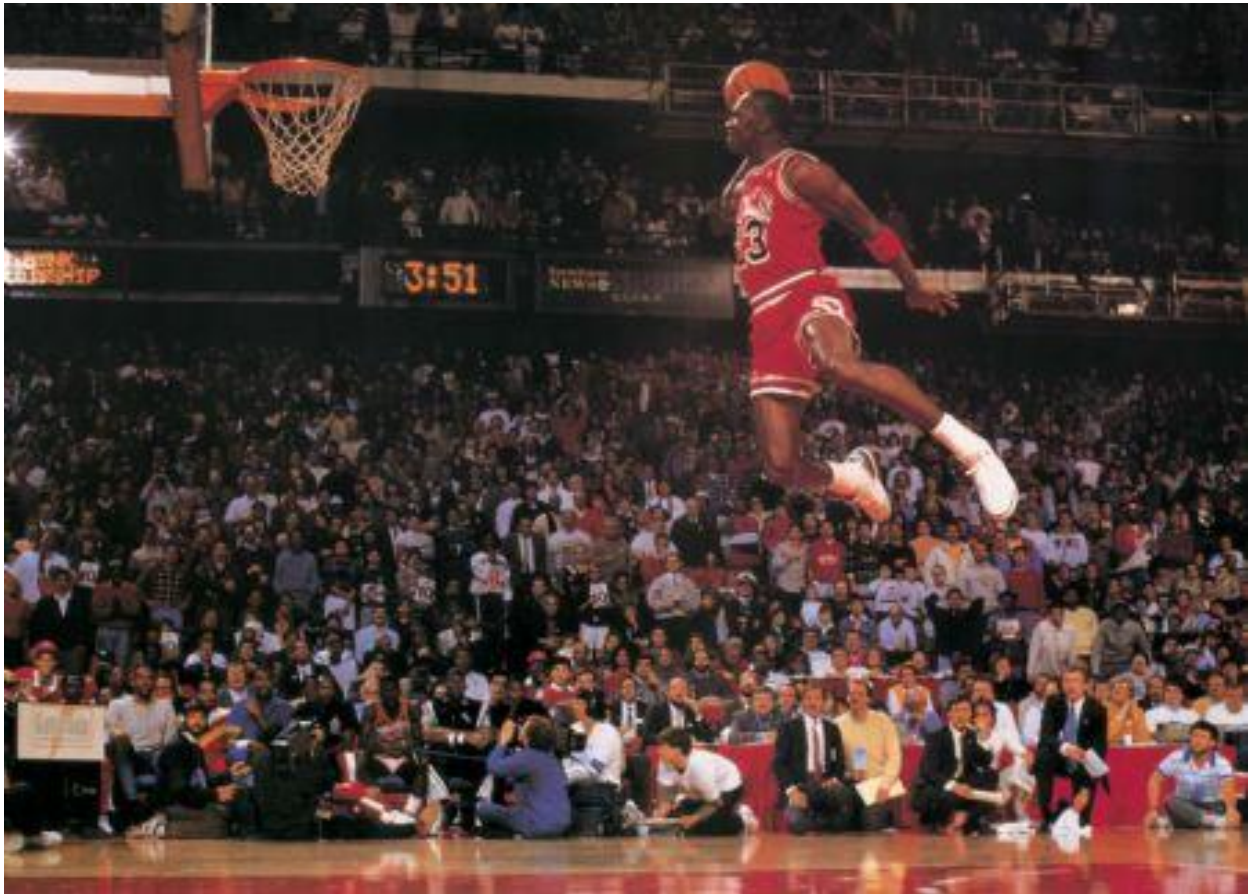


Universidade de São Paulo – USP

A Física dos saltos nos esportes



Licenciatura em Física

Produção de material Didático

Docente : Dr. Cristiano Rodrigues de Mattos

Bruno Cesar Guedes da Rosa n°USP 5642339

Uso do material.....3

Apresentação.....4

Bloco 1

Objetivo e ênfases curriculares.....5

Nível de conteúdo do material e sua duração.....6

Avaliação.....7

Bloco 2

Alguns Princípios da dinâmica e da biologia ligados ao esporte.....8

Videos.....13

Os saltos.....14

Conclusão sobre os saltos.....16

Bloco 3

Sugestões de aulas.....17

Bibliografia.....20

Uso do material

O material é subdividido em 3 grandes blocos são eles:

- **Bloco 1 : Aspectos pedagógicos e educacionais**

Metodologia, didática, avaliação, objetivo, ênfases curriculares, nível do material e sua duração

- **Bloco 2 : Conteúdos**

Conteúdo básico em física especificamente em dinamica, conteúdo interdisciplinar especificamente em biologia e fisiologia, conteúdo específico de saltos, vídeos didáticos e para pesquisa.

- **Bloco 3 : Sugestões de aulas**

Conjunto de aulas, expositivas, com vídeos, discussões, problematizações, questões e experimentos.

Apresentação

Este trabalho trata de **relacionar a física, de forma mais agradável e estimulante aos estudantes**, através da abordagem dos esportes, mais especificamente nos saltos, de forma a **inspirar-los**. O material é voltado para alunos do ensino médio, com ênfase em um ensino construtivista, respeitando suas peculiaridades, através de **questões abertas, discussões, projetos, experiências, portanto ensinando os conceitos de física, de forma com que o aluno se aproprie do conhecimento no processo de ensino- aprendizagem** no ensino de física, utilizando o esporte como tema, pois além de fazer parte do dia a dia dos alunos, os atletas em geral são personagens com bons exemplos de vida, com qualidades como: determinação, disciplina, dedicação e sobretudo superação de vários tipos psicológica, física, social e financeira, além disso desenvolveremos também neste trabalho, questões intrigantes sobre o tema salto, que serão abordadas mais adiante no tópico de saltos, são elas: O que é a física dos esportes, como a física pode ajudar nos esportes? Percebemos a diferença entre vários atletas de várias modalidades, mas o que os torna diferentes? ,além de fatores inerentes as diferenças de cada ser humano, existem outros fatores ligados a biomecânica de seus movimentos, a sua composição muscular e a tipos e execuções de exercícios ligados ao esporte .

Bloco 1 : Aspectos pedagógicos e educacionais

Objetivo e ênfases curriculares

O objetivo deste trabalho é sobre tudo inspirar os alunos, como seres humanos, alunos e cidadãos que são, através do esporte e das ferramentas da física, biomecânica, matemática e outras áreas do conhecimento, portanto através da interdisciplinaridade, fazendo com que os alunos resolvam problemas reais e se apropriem de fato do conhecimento, baseando-se tanto na prática docente, como em teóricos da educação como, Michael Young, que defende a importância do conteúdo e do conhecimento no currículo, ou Mauritz Johnson, que defende um currículo além do elenco de disciplinas, ora com um papel libertador para o indivíduo dando-lhe poder e conhecimento e por conseguinte liberdade, ora trata o currículo como agente da sociedade, onde o que importa é o coletivo e não mais o indivíduo que se torna uma ferramenta para a sociedade. Fazendo-os evoluir como um todo, assim apoiaremos esta obra em exemplos reais e práticos do cotidiano dos alunos em relação ao esporte, como exemplo nossas vitoriosas seleções de vôlei masculina e feminina, nossa atleta medalha de ouro nos jogos olímpicos de Pequim, Maurren Maggi, ou a prata de Joao do Pulo, em Los Angeles 1984, e outros atletas renomados de fama internacional, se aproximando de tudo isso com explicações teóricas, exercícios, vídeos em super câmera lenta e experimentos, ou seja, o objetivo é buscar um **processo de ensino e aprendizagem de fato através de histórias reais que servem de inspiração, além de uma exploração científico teórica com um viés pedagógico e educacional estrategicamente planejados.** A respeito dos saltos, nos aprofundaremos para os alunos que se interessarem no assunto.

Nível de conteúdo do material e sua duração

Como já comentado o material será voltado para o ensino médio, com uma flutuação em diferentes áreas da ciência, exigindo dos alunos, portanto, uma visão panorâmica e abrangente de temas já visitados por eles em seu elenco de disciplinas, mas que também torne-se uma visão pontual quando for necessário, e que por conseguinte, o aluno terá que olhar ora o todo e ora a parte para compreender o que esta sendo exposto a ele, por outro lado o fará mais apto para problemas reais proporcionando-lhe um melhor entendimento de mundo. **Um dos maiores desafios é adaptar o material desejado ao numero de horas aula semanais** que tem um professor de física do ensino médio, as quais são duas por semana, portanto este material será utilizado somente no ultimo bimestre do segundo ano do ensino médio, pois no cronograma geral, já teriam uma bagagem e uma maturidade, em física e outras disciplinas, facilitando o processo de ensino-aprendizagem.

Avaliação

Para tornar uma avaliação mais democrática e mais justa, ela será diversificada, portanto exigira entre prova dissertativa, projeto em grupo com experiência e participação nas discussões em sala de aula, problematizações de questões abertas ou não, que se dará da seguinte forma: recapitulação da teoria, exposição de vídeos de atletas com o recurso da super câmera lenta, discussão de questões levantadas a partir do estudo feito em sala, experimento, avaliação de um grupo sobre outro, auto avaliação e resolução de exercícios que trabalhariam interdisciplinaridade.

Bloco 2: Conteúdos

Alguns Princípios da dinâmica e da biologia ligados ao esporte

Força

A segunda lei de Newton que simploriamente pode ser definida como $F = m \cdot a$ é utilizada a todo o momento por nós no cotidiano, mas como ela pode agir a nosso favor ou contra nós nos esportes? Podemos relacionar a força de varias formas diferentes, por exemplo, força por intervalo de tempo, força pela área, força para girar (torque), dentre outras em se tratando das forças de partes específicas do corpo temos a força muscular (contração e distensão) força dos ossos(tração e pressão) , força dos ligamentos(que une os ossos) força dos tendões(que une músculos aos ossos) entre outras.(força utilizada dos músculos par pular,figura.1.0)

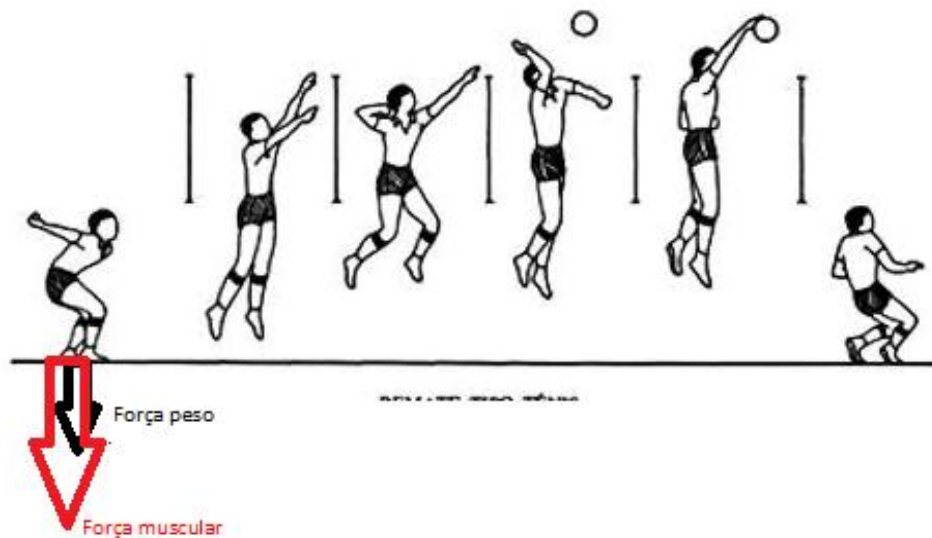


fig.1.0

Força muscular

Coordenação agonista-antagonista :As noções de músculo agonista e de músculo antagonista são relativas ao tipo de movimento articular realizado, procurando descrever o modo de participação dos

músculos no movimento. Os grupos musculares agonista e antagonista têm capacidade para produzir movimentos opostos numa determinada articulação. Um músculo é designado como agonista quando é responsável pela realização do movimento através de uma ação dinâmica concêntrica. A designação de antagonista é atribuída ao músculo cuja ação potencial é contrária ao movimento realizado. (movimento muscular com carga figura 2.0)

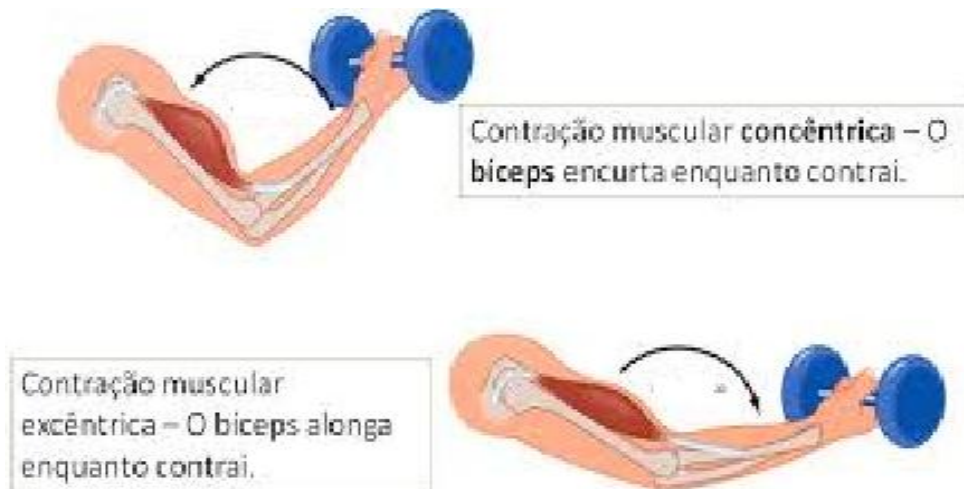


fig.2.0

O corpo é formado por músculos lisos e estriados que são involuntários e voluntários respectivamente, sobre os músculos voluntários por exemplo membros e abdômen, sua contração gera a força necessária para contração e distensão dos membros, estes músculos são formados por miosinas e actinas fibras musculares que são organizadas em feixes paralelos, são os chamados "motores celulares", pois contraem-se ou distendem-se em unidades celulares chamadas sarcomeros, de acordo com mudança de concentrações de íons dentro e fora do meio celular dos músculos estriados, da seguinte forma: Nas **mitocondrias (organelas celulares que produzem energia através da respiração celular)** uma membrana mais interna e outra mais externa, que através do **ciclo de Krebs (processo de "quebra" de substâncias energéticas maiores em menores para utilização gradual de sua energia)** o maior gradiente de H^+ existentes, do lado externo da membrana mais interna, utilizando a energia potencial do gradiente de concentração para mover uma proteína conhecida como bomba de **ATP (adenosina trifosfato) pois sintetiza ATP**, e a partir de uma molécula de **ADP (adenosina difosfato)** mais um fosforo para formar a ATP, na cabeça da miosina, cria-se um sistema de ligação com a

actina, chamado **ciclo de ponte de ligação**, onde após esta ligação um P(fosforo), é liberado, e a ligação torna-se mais forte, depois após liberar o ADP, que restou, ocorre o deslizamento da actina sobre a miosina, **que é quando as fibras se contraem**, após o deslocamento uma outra molécula de ATP, se une a cabeça da miosina, a ponte de ligação se desfaz, e através do gasto de energia oriunda da ATP, ela volta ao seu lugar. https://youtu.be/Ct8AbZn_A8A (desenho das fibras musculares figura 3.0)

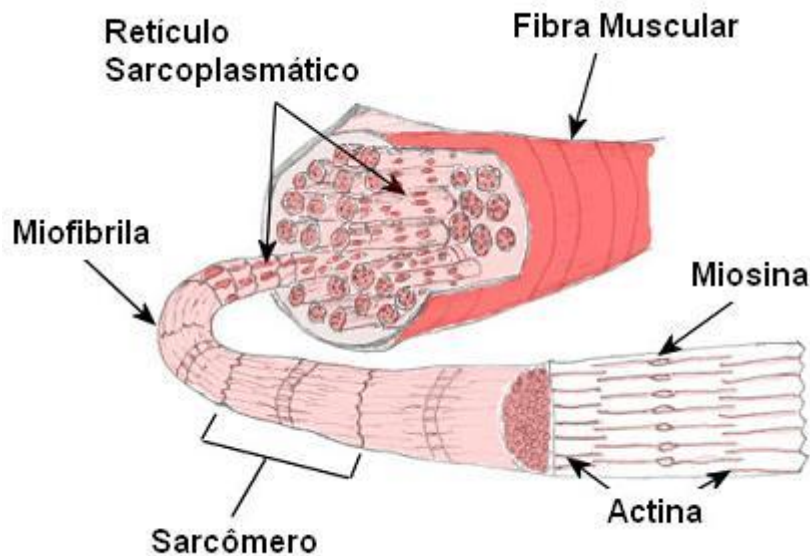


fig.3.0

Os músculos estriados através de repetições com cargas de massas diferentes, contraindo-se e descontraindo-se através do processo descrito acima, podem ser parcialmente rompidos e quando isso acontece, depois do descanso da atividade física ele se refaz cicatrizando - se e crescendo. Os feixes musculares produzem praticamente a mesma força por unidade de área portanto quanto maior a área ,e podemos imaginar um corte transversal para determinar esta área, maior a força muscular, mas em relação aos esportes, principalmente nos saltos, ter mais força não implica necessariamente ter melhor desempenho, verificaremos isso mais detalhadamente em saltos mais adiante. Existem outras coisas igualmente importantes para melhor desempenho nos esportes, por exemplo, com relação à velocidade, o que muitas vezes é chamado de “explosão” popularmente que na verdade é produzida pela potencia muscular, que de uma forma simplista é a força constante multiplicada pela velocidade.

Velocidade e aceleração

A velocidade é muito importante na grande maioria dos esportes, mas o que é velocidade? Pela definição física mais comum é o espaço dividido pelo tempo, portanto, quanto maior espaço em menor tempo maior a velocidade, mas a velocidade é igualmente importante a aceleração (que é uma força dividida pela massa, ou a variação da velocidade por um intervalo de tempo), para alcançar esta velocidade, pois não basta ser veloz é preciso muitas vezes atingir esta velocidade o mais rápido possível e isso requer grande velocidade em pouco tempo, portanto muita aceleração, e para isso necessitamos de muita potencia, para o **corpo a potencia depende de vários fatores a musculatura estriada deve ser composta predominantemente por fibras brancas que são utilizadas em curtos espaços de tempo e com muita intensidade comparada a fibras vermelhas que podem ser utilizadas em um período de tempo maior com menos intensidade é o caso da diferença entre atletas corredores de 100 metros e maratonistas respectivamente.** Outro fator muito importante como a potencia são as alavancas que produzem torque, o torque é a força para girar simplifadamente, ou seja, deve haver rotação e para isso deve existir um ponto de apoio, ou um eixo de rotação e uma força ou componente de força que haja perpendicular a esse raio que vem do eixo de rotação a extremidade do corpo e isso acontece no corpo o tempo todo, por exemplo, quando o pé flete-se pouco antes da corrida puxando a Terra para trás e impulsionando - nos para frente, este é um exemplo de torque, pois a força muscular da perna provoca um giro entre os ossos do tornozelo e os ossos da perna. **Quanto maior o osso do pé, e quanto maior o osso da perna, maior será o torque, e quanto mais fibras brancas maior será a potencia muscular, portanto no caso específico da corrida combinando-se força muscular com potencia, torque e fibras brancas, pode-se conseguir um excelente desempenho para corridas curtas, como as anteriores aos saltos no vôlei , basket, salto em distancia ou em altura.**

Potencia

Da definição mais simples potencia é a energia gasta em um intervalo de tempo ou para uma força constante é a força multiplicada pela velocidade, portanto maior energia despendida em um menor intervalo de tempo resulta em uma maior potencia, ou analogamente quanto maior a força em um menor intervalo de tempo maior a potencia.

Impulso

O impulso é a força multiplicada por um intervalo de tempo, portando quanto maior a força e maior o tempo maior é o impulso, na ótica do esporte, simplificada, podemos dar o exemplo do tempo de contato do pé tentando empurrar a Terra para trás e através da reação da força de atrito, impulsiona o corpo para frente, quanto maior a força e maior o tempo de contato maior o impulso. (exemplo do impulso figura 4.0)



fig.4.0

Energia cinética e energia potencial elástica e gravitacional

Como já estudamos anteriormente a energia mecânica, é composta basicamente pela energia cinética e a potencial, onde a cinética é a massa multiplicada pelo quadrado da velocidade dividido por 2, que mostra que para variar a energia cinética devemos variar sua velocidade pois o valor da massa é constante, a energia potencial gravitacional é a massa multiplicada pela aceleração da gravidade multiplicada pela altura, o que mostra também que para varia-la devemos variar a altura considerada pois sua massa e a aceleração da gravidade próxima a Terra são constantes e a energia potencial elástica, que é a energia armazenada em corpos que se deformam elasticamente como uma mola ou uma borracha, onde o que se varia é o espaço deformado pelo material, pois o material tem uma constante, que obviamente se mantém invariante, a soma destas energias compõe a energia mecânica de um sistema (**para os professores colocar desenho das explicações**)

Conservação da energia

Quando estudamos o movimento de sistema onde não ha forças discipativas, a energia mecânica total do sistema, que é a energia cinética mais a potencial, é conservativa, ou seja, se não ha forças externas, agindo sobre o sistema ou podemos despreza-las, o sistema tem sua energia mecânica conservada, portanto a energia mecânica, no inicio será igual a energia mecânica no final embora possa ser transformada.

Momento linear ou quantidade de movimento linear e sua conservação

O momento linear como já estudamos é a massa de um objeto multiplicado por sua velocidade, quando não consideramos as forças discipativas do sistema, dizemos que a quantidade de movimento se conserva.

Vídeos

Seguem alguns vídeos interessantes de atletas de varias modalidades que estão relacionadas aos saltos, alguns deles são em super câmera lenta, para facilitar a visualização:

Links:(**para os professores(estudar e assistir todos)**)

<https://youtu.be/sUz3ZYfoNxo> (Michael Jordan)

<https://youtu.be/8f7w6MsJFBs> (Giba)

<https://youtu.be/WtahaTqZxCI> (Wallace)

<https://youtu.be/0XA9zVE9sPg> (Maurren Maggi)

<https://youtu.be/qN3apht8zRs> (Locomotor performance laboratory)

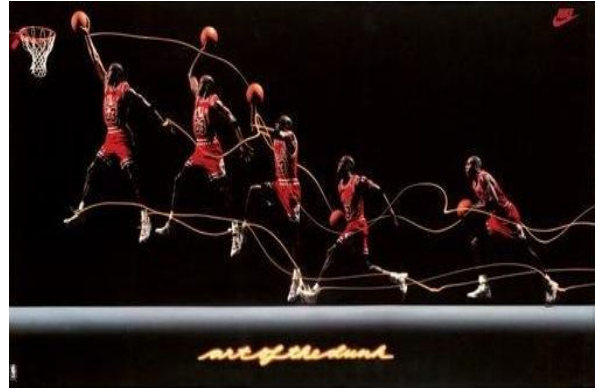
<https://youtu.be/w8Wiq-POmFA> (Dwight Howard lab)

<https://youtu.be/XQn929XwSq8> (biomechanics jump presentation lab)

<https://youtu.be/CK-zLHFzso>) (long jump biomechanics study)

https://youtu.be/Ct8AbZn_A8A(motores celulares)

OS SALTOS



Os saltos

Existem diferentes esportes onde o salto é relevante, mas apesar das diferentes modalidades eles são normalmente em distância e altura ou seja para cima e para frente, ou vertical e em extensão, todos tem componentes horizontais e verticais de força, velocidade sendo todos combinações delas, além disso temos que transformar energia cinética em potencial, e **na última passada com coeficiente de restituição mais próximo de um possível, ou seja, o mais elástico possível para que haja mudança das direção do movimento da horizontal para vertical eficiente.** Olhando o movimento cada vez com mais detalhes vemos que de fato para que haja mudança de direção não há de fato conservação do momento angular, portanto ocorre um inevitável torque, na última passada antes do salto, que quanto mais elástica for menos torque será produzido e menos energia gasta, aproveitando-se de forma mais eficiente a corrida antes do salto, mas existe aqui a grande questão a ser resolvida poderíamos certamente **dizer porque gerar menos torque ao invés de mais torque, e por conseguinte mais força?, por que não compensa!, se tentarmos fletirmos as pernas muito após a corrida não compensaremos com o torque, haverá mais perda da energia cinética horizontal na transformação da vertical do que ganho de energia potencial gravitacional gerada pelo torque,** por mais que se tenha grande alavanca, ou muita musculatura com fibra branca, que são fibras que geram muita potência, seria como se o atleta estivesse pulando parado, portanto sem ter que correr antes para pegar impulso, e mais uma vez trata-se da física do movimento, o impulso, como já vimos é a força constante multiplicada pelo intervalo de tempo portanto temos que ter força mais que venha em sua maior parte da aceleração da corrida que antecedente ao salto, pois se tentarmos tirarmos essa força essencialmente do torque, que é inevitável, perderemos a energia cinética que não pode ser comparada com a energia potencial ganha em virtude só do torque, experiências com vários atletas de diferentes modalidades evidencia este fato, além de ser condizente com a teoria.

Conclusão dos saltos

Se nos atentarmos veremos que por mais diferente que seja o salto ou o atleta todos que tem um melhor desempenho na ultima passada aceleram o movimento, isso pode parecer trivial mais não é, pois muitos atletas tentam fazer uma força extra na última passada, de modo a perderem muito momento e energia cinética, portanto de uma forma temos ai então a pratica que se torna empírica com o cuidado das abordagens, ou seja, com uma boa amostragem, técnicas confiáveis de medição, calculando incertezas dos resultados e fazendo estatísticas e modelos de aproximação podemos ter uma boa ideia do que esta acontecendo de um atleta para outro. Ou seja para um atleta ser “explosivo”, ou ter muita potencia, ele tem que **combinar fatores como ser forte, pois ele pode ser forte e não ser explosivo, mas para ser explosivo tem que ser forte**, ter em sua musculatura estriada formada em sua maior parte por fibras brancas, ou desenvolve-las através de exercícios e técnicas já existentes para transformar atletas resistentes, portanto com mais fibras vermelhas em atletas explosivos, essa descoberta, dessa possível transformação de fibras vermelhas para brancas é recente, dos anos 90, antigamente, com as teorias da biologia e da biomecânica dos esportes, acreditava-se que com treinamento poderíamos tornar um atleta explosivo em um resistente mas o contrario era impossível com exercícios só através de alguns tipos de drogas, hoje já se sabe que não, se um **atleta resistente (portanto com muitas fibras vermelhas)**, quiser se transformar em um **atleta explosivo (portanto com muitas fibras brancas)**, deve fazer exercícios com subcarga máxima (quase sua carga limite), com grande velocidade e poucas repetições, e para o contrario, se um explosivo quer se tornar resistente, deve fazer exercícios de pouco peso, devagar e muitas repetições. Para encerrar gostaria de trazer a este trabalho, mais inspiração da qual comentei no inicio, dando exemplo de seres humanos, que por sua obstinação, trabalho, determinação, dedicação, disciplina, mudaram o mundo, como Einstein inspirou gerações no mundo com sua física (mesmo trabalhando em um escritório de patentes sem ser reconhecido durante muitos anos, Beethoven na musica, o qual mesmo ficando surdo encantou o mundo com obras primas, Michael Jordan que foi cortado no highschool ou Pelé que passou fome e andava quilômetros para ir e voltar dos treinos todos os dias, deixo estes bons exemplos e espero que sirvam de inspiração para professores e alunos.

Bloco 3: Sugestões de aulas

Primeira abordagem

Introdução do tema aos alunos “a física nos esportes, mais especificamente nos saltos”, haverá atividades que serão realizadas ao longo do bimestre e seu respectivo calendário, seguido da **recapitulação da dinâmica já vivencia por eles nos três bimestres anteriores**, vídeos de atletas renomados, em super câmera lenta, vídeos de saltos em laboratório e de explicações dos motores celulares das células, para uma análise física e biomecânica do movimento.

Para os professores haverá indicações extras entre parênteses sobre os tipos de exercícios, suas utilidades e porque foram escolhidos, instrução para aplicação de atividades e de forma de avaliações.

Segunda abordagem

Questionamento e problematização a partir dos conteúdos vistos e dos vídeos, como por exemplo:

- 1) O que faz o mesmo atleta, dando o mesmo tipo de salto pular mais em um momento que em outro? **para o professor (problema aberto com inúmeras variáveis para resolução, e que faz o aluno pensar)**
- 2) Como podemos explicar no vídeo de laboratório (<https://youtu.be/XQn929XwSq8>), as variações do gráfico? **para o professor (problema descritivo que deve levar em conta tanto a física quanto a biologia do corpo no que tange o trabalho exercido pelos motores celulares da musculatura estriada, formados pela actina e miosina, visitados previamente com vídeo e explicação de seu funcionamento)**

3) Explique com suas palavras e com seus conhecimentos de física e matemática, o que acontece na última passada antes do salto? **Para o professor(interpretação dos vídeos com respostas abertas e também utilizando algum formalismo físico matemático)**

4) Calcule para um atleta de 100 kg, e 2m de altura, que pulando atinge a altura de 4m:

a)A força exercida no solo?

b)O impulso?

c)A potência média dissipada pelos músculos do atleta?

d)A pressão exercida em cada pé na decolagem e na aterrissagem supondo uma área que a área de cada pé é $0,03\text{m}^2$?

Para o professor(questões que avaliam mais o entendimento do vídeo e seus cálculos explícitos)

Terceira abordagem

Realização de um experimento em grupo, duas opções para os alunos, com os roteiros e materiais:

1)Filmar saltos verticais parados e correndo(de um dos integrantes), marcando seus alcances máximos verticais em uma parede para encostar marcar com a mão(com a ajuda de um pó de giz) e medi-lo (**ou saltos para frente em extensão parado ou correndo(medindo o ponto de decolagem e aterrissagem).para o professor(experimento para alunos os quais se sentirem aptos e a vontade para realiza-los)**)

2)com um pedaço de cano de PVC de 15 cm de comprimento e 4" de diâmetro, um pedaço de bexiga, e uma bolinha de tênis, construir, prendendo a bexiga ao cano de PVC, um lança bolas, filmar lançamento oblíquos com diferentes graus(com a ajuda de um transferidor), o alcance da bolinha, e as transformações da energia potencial elástica, cinética e potencial gravitacional.**para o professor(os alunos que quiserem podem realizar os dois experimentos)**

Quarta abordagem

Discussão dos experimentos, porque os resultados são diferentes para os mesmos experimentos?, o que cada um achou do experimento do grupo dos colegas e seu próprio grupo?**para o professor(avaliando o trabalho em grupo, a realização de um projeto de forma cabal, verificando a avaliação que fazem dos colegas onde não há hierarquia entre eles, e sua própria avaliação).**

Bibliografia

A unified model for the long and high jump, O. Helene Instituto de Física, Universidade de São Paulo, C.P. 66318, CEP 05315-970 São Paulo, SP, Brasil M. T. Yamashita(2005).

Cross bridge cycle, Kathryn Lacono(2009)

Desvendando a física do corpo humano, Emico Okuno, Luciano Fratin (2008)

1 William D. Harris, "Question #58. Is a good long jumper a good high jumper?," Am. J. Phys. 65, 105

1997. 2 Andrew Rex, "Answer to question #58. Is a good long jumper a good high jumper?," Am. J.

Phys. 69, 104–105 2001. 3 Stephen Hanzely, "Answer to question #58. Is a good long jumper a good

high jumper?," Am. J. Phys. 69, 105 2001. 4 John D. Barrow, "Answer to question #58. Is a good long

jumper a good high jumper?," Am. J. Phys. 69, 105–106 2001. 5 D. L. Nelson and M. M. Cox,

Hatfiled 1985, Rodrigues 1990, 1992 hipertrofia sarcoplástica

Definitions and models in curriculum theory, Mauritz Johnson

O futuro da educação em uma sociedade do conhecimento, Michael Young